

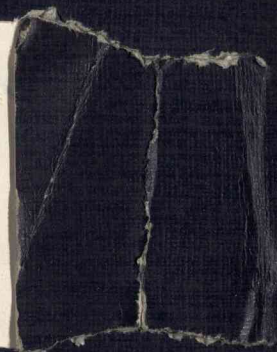


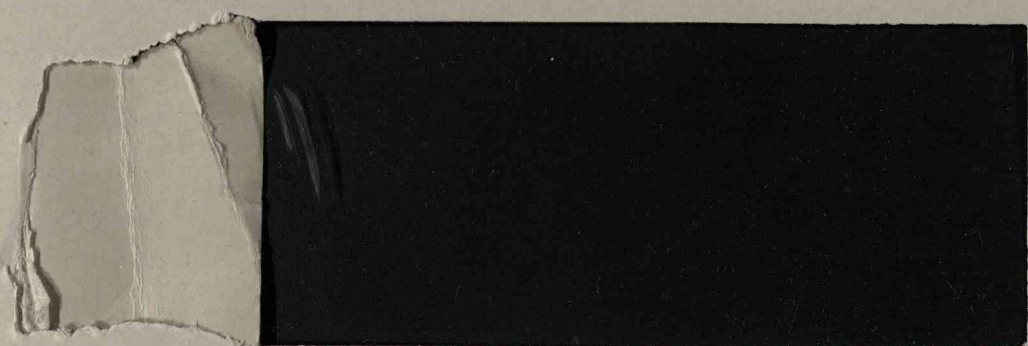
WORKING PAPERS

W.P. 66

**SIMULAZIONE DELL'IMPATTO DI SCENARI
SOCIOECONOMICI E DI POLITICHE DI TRA-
SPORTO SUL SISTEMA URBANO DI TORINO**

*C.S. Bertuglia, I. Gualco, S. Occelli,
G.A. Rabino, C. Salomone, R. Tadei*





INDICE

	Pag.
1. INTRODUZIONE	1
1.1. Obiettivi della sperimentazione modellistica e contenuti del rapporto	1
1.2. Struttura e funzionamento del modello	3
1.2.1. Versione attuale del modello	3
1.2.2. Modifiche apportate alla versione iniziale del modello	11
1.2.3. La base di dati ed il software	14
1.2.4. La calcolazione del tempo di percorrenza	14
1.2.4.1. Parametri	23
1.2.4.2. Adeguamento del modello	25
2. LE POLITICHE DI TRASPORTO SONDATE	29
2.1. Gli interventi considerati	29
2.1. Osservazioni sulle matrici dei tempi al 1955, 1969 e 1991	32
3. GLI SCENARI SOCIOECONOMICI DI RIFERIMENTO	41
3.1. Introduzione	41
3.2. Stima dello scenario di evoluzione più probabile del sistema (scenario A)	45
3.3. Stima dello scenario di declino del sistema (scenario B)	50
3.4. Stima dello scenario di crescita del sistema (scenario C)	57
3.5. Assunzioni comuni a tutti gli scenari	59
4. RISULTATI DEGLI ESPERIMENTI DI SIMULAZIONE	61
4.1. Quadro generale dei risultati	61
4.1. Risultati degli esperimenti per la città di Torino e per il resto del sistema urbano	75
4.2.1. Introduzione	75

W.P. 66

**SIMULAZIONE DELL'IMPATTO DI SCENARI
SOCIOECONOMICI E DI POLITICHE DI TRA-
SPORTO SUL SISTEMA URBANO DI TORINO**

*C.S. Bertuglia, I. Gualco, S. Occelli,
G.A. Rabino, C. Salomone, R. Tadei*

Maggio 1985

INDICE

Pag.

1.	INTRODUZIONE	1
1.1.	Obiettivi della sperimentazione modellistica e contenuti del rapporto	1
1.2.	Struttura e funzionamento del modello	5
1.2.1.	Versione attuale del modello	5
1.2.2.	Modifiche apportate alla versione iniziale del modello	11
1.2.3.	La base di dati ed il software	14
1.2.3.1.	Tipi di dati utilizzati nel modello	14
1.2.3.2.	Costruzione dei dati iniziali	18
1.2.3.3.	Il software	20
1.2.4.	La calibrazione del modello	21
1.2.4.1.	Fasi operative	21
1.2.4.2.	Parametri	22
1.2.4.3.	Adeguatezza del modello	25
2.	LE POLITICHE DI TRASPORTO SONDATE	29
2.1.	Gli interventi considerati	29
2.2.	Osservazioni sulle matrici dei tempi al 1985, 1988 e 1991	38
3.	GLI SCENARI SOCIOECONOMICI DI RIFERIMENTO	41
3.1.	Introduzione	41
3.2.	Stima dello scenario di evoluzione più probabile del sistema (scenario A)	43
3.3.	Stima dello scenario di declino del sistema (scenario B)	55
3.4.	Stima dello scenario di crescita del sistema (scenario C)	57
3.5.	Assunzioni comuni a tutti gli scenari	59
4.	RISULTATI DEGLI ESPERIMENTI DI SIMULAZIONE	61
4.1.	Quadro generale dei risultati	61
4.2.	Risultati degli esperimenti per la città di Torino e per il resto del sistema urbano	75
4.2.1.	Introduzione	75

INDICE

Pag.

4.2.2. Risultati per la città di Torino	78
4.2.3. Risultati per il resto del sistema urbano	83
4.3. Conclusioni	87
4.3.1. Introduzione	87
4.3.2. Gli effetti spaziali persistenti delle politiche di tra- sporto	87
4.3.3. Aspetti teorico-metodologici dei risultati ed indica- zioni per sperimentazioni future	89
Riferimenti bibliografici	97
Appendice A - Il sottomodello di localizzazione residenziale	99

1. INTRODUZIONE

1.1. Obiettivi della sperimentazione modellistica e contenuti del rapporto

L'IRES ha predisposto un modello matematico a larga scala (*) volto a simulare le possibili evoluzioni future del sistema urbano di Torino. La struttura del modello consente di tenere esplicitamente conto delle politiche definite dall'operatore pubblico in ordine ai diversi settori del sistema urbano; in questo senso, il modello è anche un modello di simulazione di politiche (Bertuglia ed altri, 1980, 1982, Bertuglia, Gallino ed altri, 1983).

Dati una certa struttura socioeconomica e spaziale iniziale del sistema (distribuzione spaziale delle famiglie, dei posti di lavori, delle abitazioni, assetto degli usi del suolo ecc.) e gli interventi di carattere territoriale previsti dall'operatore pubblico entro una certa epoca, detta finale, il modello determina la configurazione socioeconomica e spaziale del sistema all'epoca finale, posto che siano state formulate, per l'intervallo temporale compreso tra l'epoca iniziale e quella finale, delle previsioni sulla dinamica socioeconomica per il sistema nel suo complesso (ossia, posto che sia stato definito uno scenario socioeconomico di riferimento, per l'intervallo temporale compreso tra l'epoca iniziale e quella finale).

Se si definiscono più scenari socioeconomici di riferimento, l'analisi, all'epoca finale, delle configurazioni socioeconomiche e spaziali del sistema ottenute con il modello, per una data strategia di intervento di carattere territoriale, consente di dare una misura degli effetti della sonda strategia di intervento, con riguardo ad un certo arco di scenari socioeconomici di riferimento.

Quanto sopra illustra, in estrema sintesi, come il modello opera (per una descrizione più dettagliata, si rinvia a: 1.2.) ed è, per altro, sufficiente a mettere in luce come questo modello di simulazione dell'impatto di politiche possa essere utilizzato nell'ambito dell'attività di pianificazione.

(*) Per modello a larga scala si intende un modello che considera tutti i principali sottosistemi urbani e che è caratterizzato da una disaggregazione (socioeconomica e spaziale) relativamente elevata delle variabili.

Il modello in oggetto si colloca in un campo di analisi, quello della modellistica dei sistemi urbani, da un lato ampiamente consolidato sia dal punto di vista teorico-metodologico (Bertuglia, Leonardi ed altri, 1984, Wilson, 1984, Bertuglia ed altri, eds., 1985) sia dal punto di vista sperimentale [per esempio, nell'ambito dell'esperienza italiana, i modelli sperimentati dall'IRES negli anni settanta (Bertuglia e Rabino, 1975, IRES, 1976)], da un altro lato in fase di intenso e fecondo sviluppo - in questa direzione, l'IRES sta già lavorando, allo scopo di costruire un modello globale della dinamica congiunta degli stock e dei flussi nonché delle infrastrutture di trasporto (*) -.

Rispetto agli approcci che tradizionalmente possono ritenersi maggiormente consolidati, il modello in oggetto riunisce, in un unico approccio più generale, gli elementi essenziali di tre approcci e, precisamente, lo schema causale di Lowry (1964), l'approccio entropico di Wilson (1970), lo schema dinamico di Forrester (1969).

Rispetto agli approcci più recenti, in particolare rispetto a quelli volti ad approfondire lo studio del comportamento dinamico dei sistemi spaziali, questo modello rappresenta lo sforzo di applicare i paradigmi analitici dell'analisi dinamica allo studio di una struttura urbana considerata in dettaglio nella sua complessità funzionale e spaziale.

Il modello in oggetto costituisce, dunque, uno strumento di grande potenzialità, sia per la gamma di sperimentazioni che consente di effettuare (**), sia per la possibilità di arricchimento del modello stesso tramite l'approfondimento o lo sviluppo di una o più parti [si pensi, ad esempio, alla possibilità di incorporare, nell'attuale formulazione, un vero e proprio modello di trasporto, come SMIT (Bertuglia, Gallino, Tadei, 1984)]. Ne consegue che l'utilizzazione di

(*) In particolare, questo nuovo modello non solo approfondisce lo studio della dinamica dei singoli sottosistemi, ma affronta anche, esplicitamente, l'analisi della formazione degli stock nonché delle interazioni tra gli stock ed i flussi e, quindi, dei fenomeni di instabilità e di disequilibrio che possono derivarne.

(**) Per esempio, diversamente da quanto fatto in queste sperimentazioni, sarebbe possibile, definito uno scenario socioeconomico e spaziale ottimale o, quanto meno, auspicabile da parte dell'operatore pubblico, ricercare se esiste (e, se esiste, quale sia) l'insieme degli interventi che consente di pervenire al definito scenario, tenendo conto, anche, di un qualche vincolo economico di scarsità delle risorse disponibili.

questo modello ha inizio con queste sperimentazioni, ma continuerà a lungo con numerose altre sperimentazioni future.

Questo rapporto presenta i risultati di sperimentazioni concernenti, esclusivamente, la simulazione dell'impatto di politiche di trasporto sul comprensorio di Torino (che costituisce, in senso lato, il sistema urbano di Torino). Altre sperimentazioni, concernenti l'impatto di altre politiche settoriali (considerate singolarmente e/o in combinazione, in assenza e/o in presenza delle stesse politiche di trasporto qui trattate), verranno effettuate nel seguito e saranno oggetto di successivi rapporti. Val la pena sottolineare le ragioni che hanno portato a considerare per prime le politiche di trasporto. Tali ragioni possono riassumersi come segue: a. in primo luogo, è convinzione generale che gli interventi sui trasporti sono quelli che, *coeteribus paribus*, in misura maggiore di interventi in altri settori, possono incidere sulla struttura spazio-funzionale di un sistema urbano; b. in secondo luogo, tra quelle previste per i vari settori, le politiche per i trasporti presentano un rilievo relativamente maggiore (sia in termini di numerosità degli interventi, sia in termini di entità di alcuni degli interventi stessi).

Il rapporto si articola come segue.

In 1.2., si espone brevemente la struttura teorica del modello e si illustra il funzionamento dei singoli sottomodelli. In tale descrizione, si omette la formulazione matematica [per la quale si rinvia all'Appendice A in Bertuglia ed altri (1982)] privilegiando la discussione degli aspetti logico-funzionali del modello. Si accenna, inoltre, oltre che alle modifiche apportate al modello nel corso della sua implementazione operativa, anche alle informazioni necessarie per il suo funzionamento (nonché alle fonti dei dati utilizzati), alla struttura del software predisposto e ad alcuni risultati della calibrazione del modello.

In 2., si elencano gli input relativi alle politiche di trasporto sondate, le quali sono state tratte dalle schede allegate allo schema di piano comprensoriale di Torino (Comprensorio di Torino, 1983). Detti input sono organizzati in modo da consentire una rapida lettura degli interventi considerati ed un age-

vole raffronto con i risultati delle simulazioni ottenute.

In 3., si presentano i tre scenari socioeconomici di riferimento, che sono stati costruiti e nei quali vanno collocati gli interventi da sondare. Come sarà mostrato in 3., la definizione degli scenari e, sopra tutto, la loro quantificazione costituiscono operazioni delicate, le quali richiedono la definizione di un certo numero di ipotesi coerenti fra loro ed a partire dalle quali formulare le previsioni. Ciascuno scenario definisce una diversa dinamica socioeconomica del sistema (ossia, una possibile evoluzione futura) nel suo complesso, dall'epoca iniziale, 1981, all'epoca finale, 2000 (*). Le tre dinamiche possono essere indicate come: a. evoluzione più probabile della tendenza osservata nel decennio 1971-1981; b. declino del sistema (rispetto alla dinamica di evoluzione più probabile); c. crescita del sistema (rispetto alla dinamica di evoluzione più probabile). Le grandezze, sulle quali si è operato per quantificare le evoluzioni suddette, sono: la popolazione, i posti di lavoro (articolati secondo il settore), le abitazioni.

In 4., si presentano, confrontano e discutono i risultati delle simulazioni, organizzati sia in tabelle riferite a particolari articolazioni territoriali (corone, aggregazioni di zone secondo direttrici) sia in figure, per le 53 zone della città di Torino e le 46 dell'area esterna alla città di Torino. In particolare, l'analisi dei risultati secondo corone e direttrici consentirà non solo di evidenziare gli effetti ottenuti per varie aggregazioni di zone dell'area complessiva, ma anche di coglierne meglio le caratteristiche spaziali ad un livello più macro, con riferimento a due schemi classici di strut-

(*) Si è arrivati a fissare il 2000, quale epoca finale, ragionando come segue: la terza fase di realizzazione del Piano comprensoriale si conclude al 1991; gli effetti degli interventi di tale fase si manifestano dopo il 1991; pertanto, occorre considerare un periodo di tempo successivo al 1991, che sia lungo quanto occorra per essere sicuri di cogliere gli effetti degli interventi previsti fino al 1991 e, nello stesso tempo, non troppo lungo per non rischiare che le simulazioni vengano falsate dall'insorgere di fattori attualmente non prevedibili.

tura spaziale del sistema urbano di Torino: quello monocentrico (città di Torino e le tre corone) e quello radiocentrico (città di Torino e direttrici di fuoriuscita dalla città). Inoltre, sulla base dei risultati ottenuti per le singole grandezze (distribuzione spaziale dei posti di lavoro, delle abitazioni e della popolazione) verrà costruito un indicatore aggregato, che consente di dare una misura dell'effetto spaziale complessivo ottenuto in ciascun esperimento di simulazione.

1.2. Struttura e funzionamento del modello

1.2.1. Versione attuale del modello

Il modello di simulazione è composto dai seguenti sottomodelli, ciascuno dei quali simula la dinamica del sottosistema al quale è associato:

- a. sottomodello industriale (IND);
- b. sottomodello terziario (TERZ);
- c. sottomodello della popolazione (POP);
- d. sottomodello delle abitazioni (AB);
- e. sottomodello di uso del suolo (SUOLI + SUOLFI);
- f. sottomodello residenziale (RESI + RESFI);
- g. sottomodello di trasporto (TRASP).

In realtà, al sottosistema dei trasporti non corrisponde un vero e proprio sottomodello, bensì una variabile di input: matrice dei tempi di viaggio secondo il mezzo di spostamento. La variazione di detta matrice consente di tenere conto degli interventi previsti per questo sottosistema, anche se ciò richiede una serie di operazioni esogene al modello (stima degli effetti degli interventi e traduzione di tali effetti in termini di tempo). E', comunque, sempre possibile introdurre un vero e proprio sottomodello dei trasporti - nel quale i nuovi tempi di viaggio vengono calcolati endogenamente -, a tal fine utilizzando il sistema di modelli integrati di trasporto SMIT, predisposto dall'IRES (Bertuglia, Gallino, Tadei, 1984).

In fig. 1 è illustrato lo schema complessivo del modello di simulazione.

In detta figura sono evidenziate le principali interrelazioni che legano i diversi sottomodelli; inoltre, è evidenziato l'ordine in cui i sottomodelli intervengono nel modello complessivo.

Le interrelazioni sono fondamentalmente di tre tipi:

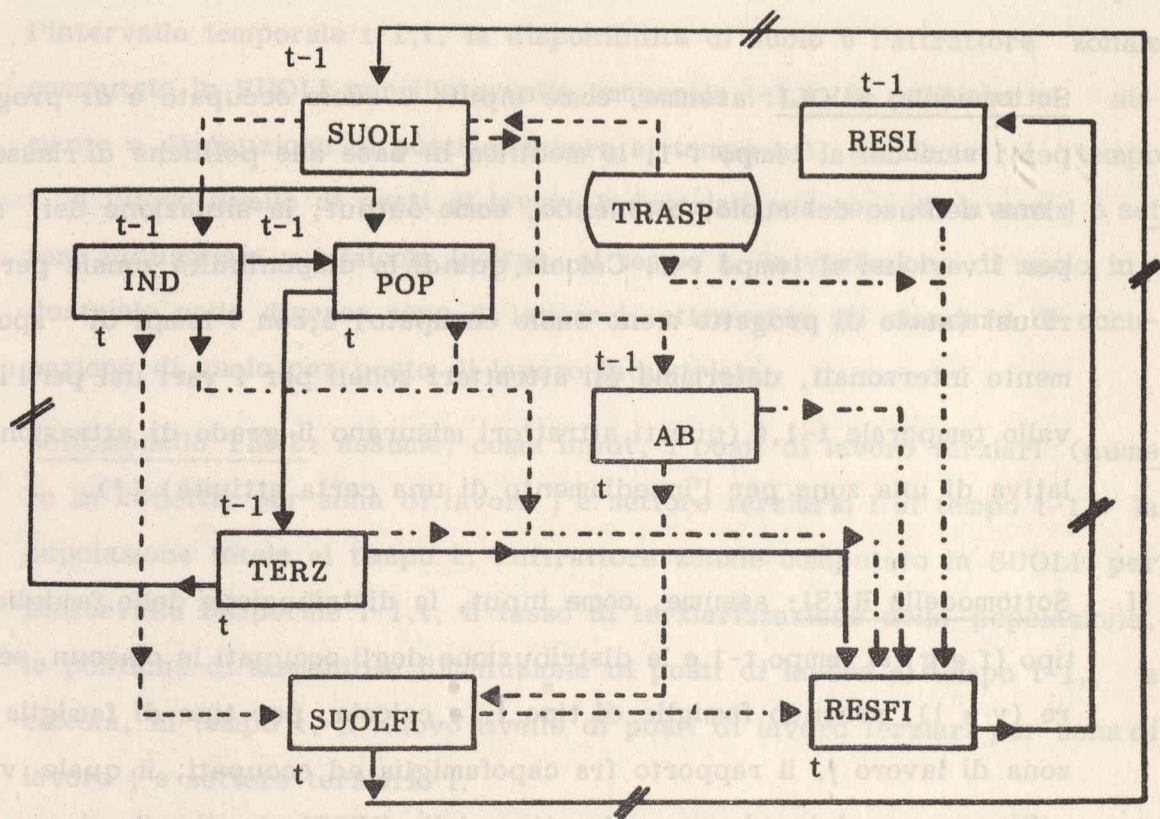
1. interrelazioni di natura socioeconomica [fra le quali è possibile riconoscere le relazioni causali proprie del modello di Lowry (1964)], che legano i sottomodelli dell'industria e del terziario ai sottomodelli della popolazione e delle residenze;
2. interrelazioni di natura fisico-spaziale, che legano il sottomodello di uso del suolo ai sottomodelli dell'industria, del terziario, delle abitazioni e dei trasporti;
3. interrelazioni relative al sottomodello residenziale (di natura sia socioeconomica sia fisico-spaziale), che legano il sottomodello residenziale agli altri sottomodelli.

Si illustrano ora, in modo sintetico, le principali operazioni effettuate da ciascun sottomodello (cfr.: fig. 1).

Gli indici caratterizzanti le variabili del modello (per le quali si riporta anche il range di variazione, per mostrare il grado di disaggregazione del modello stesso), che servono all'illustrazione, sono:

i	zone di residenza	i = 1,99
j	zone del posto di lavoro	j = 1,99
s	tipi di alloggio	s = 1,6
v	settori dell'industria (*)	v = 1,4
l	settori del terziario	l = 1
f	tipi di famiglia, per le famiglie con capofamiglia occupato	f = 1,8

(*) Comprendente anche l'agricoltura ed il terziario superiore: in realtà, si tratta del "settore di base" della teoria della base economica urbana, incorporata nel modello di Lowry (1964).



- t-1 tempo iniziale di un periodo di simulazione (1 anno)
t tempo finale di un periodo di simulazione
— interrelazioni di natura socioeconomica
--- interrelazioni di natura fisico-spaziale
-.-.- interrelazioni relative al sottomodulo residenziale
-//- principali relazioni di feed-back

Figura 1. I sottomodelli del modello di simulazione: l'ordine in cui intervengono e le interrelazioni che li legano

g tipi di famiglia, per le famiglie con capofamiglia non occupato $g = 1, 4$.

Posto quanto precede, seguono le principali operazioni di ciascun sotto-modello.

- I Sottomodello SUOLI: assume, come input, il suolo occupato e di progetto per i vari usi al tempo $t-1$, lo modifica in base alle politiche di riassegnazione dell'uso del suolo, ottenendo, come output, la situazione dei suoli per i vari usi al tempo $t-1$. Calcola, quindi, la disponibilità zonale per i vari usi (suolo di progetto meno suolo occupato) e, con i tempi di spostamento interzonali, determina gli attrattori zonali per i vari usi per l'intervallo temporale $t-1, t$ (questi attrattori misurano il grado di attrazione relativa di una zona per l'insediamento di una certa attività) (*).
- II Sottomodello RESI: assume, come input, la distribuzione delle famiglie per tipo (f e g) al tempo $t-1$ e la distribuzione degli occupati in ciascun settore (v e l), secondo famiglie di tipo f, e calcola, per tipo di famiglia f e zona di lavoro j, il rapporto fra capofamiglia ed occupati, il quale verrà utilizzato per determinare, nel sottomodello RESFI, la distribuzione, al tempo t, delle famiglie di tipo f per zona di lavoro j, zona di residenza i e tipo di alloggio s.
- III Sottomodello POP: assume, come input, la popolazione totale dell'area al tempo $t-1$, i tassi di natalità e mortalità per l'intervallo temporale $t-1, t$, il tasso di occupazione della popolazione, il numero di addetti totali (computati, in IND e TERZ, al tempo $t-1$), e calcola, al tempo t, la nuova popolazione totale dell'area.

(*) Per il terziario, l'attrattore zonale non è determinato sulla base della disponibilità di suolo, ma sulla base della popolazione zonale. La forma analitica dell'equazione è comunque la stessa.

- IV Sottomodello IND: assume, come input, i posti di lavoro industriali (numero di addetti) per zona di lavoro j e settore industriale v , al tempo $t-1$, i tassi di aumento e diminuzione dei posti di lavoro industriali per l'intervallo temporale $t-1, t$, la disponibilità di suolo e l'attrattore zonale computato in SUOLI per l'intervallo temporale $t-1, t$, le politiche di aumento e diminuzione di posti di lavoro al tempo $t-1$, e calcola, al tempo t , il nuovo livello di posti di lavoro industriali per zona di lavoro j e settore industriale v . Calcola inoltre, al tempo t , la variazione di suolo industriale nelle diverse zone di lavoro j , attraverso gli standard di occupazione di suolo per posto di lavoro industriale.
- V Sottomodello TERZ: assume, come input, i posti di lavoro terziari (numero di addetti) per zona di lavoro j e settore terziario l al tempo $t-1$, la popolazione totale al tempo t , l'attrattore zonale computato in SUOLI per l'intervallo temporale $t-1, t$, il tasso di terziarizzazione della popolazione, le politiche di aumento e diminuzione di posti di lavoro al tempo $t-1$, e calcola, al tempo t , il nuovo livello di posti di lavoro terziari per zona di lavoro j e settore terziario l .
- VI Sottomodello AB: assume, come input, le abitazioni per zona di residenza i e tipo di alloggio s al tempo $t-1$, i tassi di costruzione e demolizione di abitazioni per l'intervallo temporale $t-1, t$, la disponibilità di suolo e l'attrattore zonale computato in SUOLI per l'intervallo temporale $t-1, t$, le politiche di costruzione e demolizione di abitazioni al tempo $t-1$, e calcola, al tempo t , il nuovo livello di abitazioni per zona di residenza i e tipo di alloggio s . Calcola inoltre, al tempo t , la variazione di suolo residenziale nelle diverse zone di residenza i , attraverso gli standard di occupazione di suolo per alloggio.
- VII Sottomodello SUOLFI: assume, come input al tempo t , la situazione dei suoli per i vari usi computata in SUOLI e le variazioni di suolo industriale e residenziale computate in IND e AB, e calcola, al tempo t , i nuovi livelli di suolo occupato dalle diverse attività.
- VIII Sottomodello RESFI: assume, come input, i tassi di occupazione delle famiglie con capofamiglia occupato (tipo f) e le famiglie con capofamiglia

non occupato (tipo g) computati in RESI al tempo $t-1$, i posti di lavoro computati in IND e TERZ al tempo t , la popolazione totale computata in POP al tempo t , e calcola, al tempo t , il nuovo livello delle famiglie di tipo f e la relativa distribuzione per zona di residenza i , zona di lavoro j e tipo di alloggio s , il nuovo livello delle famiglie di tipo g e la relativa distribuzione per zona di residenza i e tipo di alloggio s . Per arrivare a quanto detto, il sottomodello in oggetto utilizza una formulazione entropica (precisamente, un modello di interazione spaziale vincolato sui posti di lavoro con un termine di attrazione residenziale), che incorpora delle funzioni di utilità potenziali per le famiglie di tipo f , costruite sulla base degli indicatori di accessibilità zonale, di quelli di attrattività residenziale e di quelli delle caratteristiche zonali (aliquota di suolo residenziale) (*). In altri termini, in questo sottomodello - che costituisce il cuore del modello complessivo - il processo di assegnazione delle famiglie allo stock abitativo viene descritto considerando due fattori fondamentali: un fattore spaziale - l'accessibilità residenziale - ed un fattore economico - l'utilità familiare (come più sopra definita) -. Si noti che proprio l'interdipendenza esistente tra questi due fattori - l'accessibilità residenziale è, infatti, anche una componente dell'utilità - è causa delle non linearità del sottomodello (**).

(*) Si precisa che l'utilità potenziale è intesa come il soddisfacimento che una famiglia di tipo f raggiungerebbe qualora scegliesse un'abitazione di tipo s nella zona di residenza i .

La formulazione matematica del modello è riportata all'Appendice A. Ad essa può essere utile fare riferimento per meglio cogliere sia il funzionamento del sottomodello stesso sia alcuni aspetti concernenti la sua calibrazione come discussi in 1.2.4.3..

(**) Per modello non lineare si intende un modello che non può essere linearizzato tramite semplici trasformazioni logaritmiche. Generalmente, dal punto di vista del comportamento del modello, proprio la presenza di non linearità può generare fenomeni di instabilità, biforcazione, oscillazione ecc. delle soluzioni. In questo sottomodello, l'implicazione principale delle non linearità si coglie, sopra tutto, nel processo di calibrazione e l'investigazione di ulteriori aspetti richiede specifiche analisi di sensitività.

1.2.2. Modifiche apportate alla versione iniziale del modello

Il modello, la cui struttura e funzionamento sono state brevemente esposte in 1.2.1., presenta alcune modifiche, sia negli aspetti logici sia nella formulazione matematica sia nelle caratteristiche dimensionali, rispetto al modello iniziale (cioè, al modello come esposto in: Bertuglia ed altri, 1980). Tali modifiche sono state apportate nel corso dell'implementazione operativa del modello, allo scopo di approfondirne alcune sue parti e, nello stesso tempo, di renderne più maneggevole l'uso.

Premesso che dette modifiche non cambiano la struttura complessiva del modello, si espongono le stesse per la struttura logica e per le caratteristiche dimensionali (mentre, qui, si tralascia di esporre quelle per la formulazione matematica, rinviando per esse al confronto tra Bertuglia ed altri, 1980, e Bertuglia ed altri, 1982).

Per gli aspetti logici del modello, le modifiche apportate concernono:

- a. la semplificazione, nella modellizzazione, dei fenomeni di rilocalizzazione delle attività industriali e terziarie e del fenomeno di turnover dei posti di lavoro, i quali sono stati assimilati a fenomeni di aumento e di diminuzione di posti di lavoro in seguito ad apertura e chiusura di stabilimenti industriali e terziari nelle diverse zone;
- b. la semplificazione, nella modellizzazione, del fenomeno di recupero residenziale, il quale è stato assimilato al fenomeno di costruzione e demolizione di alloggi (*);
- c. l'approfondimento delle relazioni che legano la dinamica dei sottosistemi industriale e delle abitazioni, alle variazioni dell'uso del suolo

(*) La versione originale del modello prevedeva la modellizzazione esplicita del recupero residenziale inteso come cambiamento della tipologia residenziale di appartenenza di un alloggio (passaggio da una tipologia residenziale con un dato livello di qualità - ovviamente, basso - ad una tipologia residenziale con un più elevato livello di qualità).

ad essi relativi; ossia, per ciascuno dei suddetti sottosistemi, si sono modellizzati esplicitamente gli effetti "incentivanti" e "disincentivanti" della disponibilità di suolo nei confronti della crescita o contenimento delle attività nelle diverse zone;

- d. lo sviluppo del sottomodello di uso del suolo, nel quale è stata introdotta sia la modellizzazione delle operazioni di riassegnazione dell'uso del suolo da parte dell'operatore pubblico sia la modellizzazione degli effetti delle suddette operazioni sulla disponibilità di suolo per i vari usi;
- e. il mancato sviluppo del sottomodello dei trasporti, originariamente previsto come un vero e proprio modello a latere, interconnesso al modello di simulazione complessivo e costituito, a sua volta, dai sottomodelli di distribuzione, ripartizione modale, assegnazione e deflusso. Il sottosistema dei trasporti è stato, invece, rappresentato assumendo esogenamente la matrice dei tempi di viaggio secondo il mezzo di spostamento (pubblico, privato). Di fatto, si è rinunciato solo alla modellizzazione degli effetti della distribuzione delle attività economiche sui tempi di viaggio. Questa non appare come una grave menomazione rispetto agli obiettivi del modello, e ciò non solo perché è possibile simulare l'impatto delle politiche di trasporto modificando esogenamente la matrice dei tempi di viaggio, ma anche perché, come detto, è sempre possibile introdurre un sottomodello di trasporto, come ad esempio quello predisposto dall'IRES (Bertuglia, Gallino, Tadei, 1984), nonché utilizzare studi sul sistema dei trasporti condotti, in Piemonte, dagli Assessorati ai Trasporti. A quanto precede si deve, inoltre, aggiungere che l'accessibilità e l'attrattività delle zone sono computate all'interno del modello di simulazione complessivo (*);
- f. una diversa interpretazione delle funzioni di utilità delle famiglie. Nella versione originale del modello, dette funzioni rappresentavano delle utilità "reali", in quanto si assumeva, implicitamente, che l'utilità familiare fosse condizionata da un vincolo di reddito. Nella versione attuale del mo-

(*) In ogni caso, per questo sottomodello si tenga presente quanto già annotato in 1.1..

dello, l'utilità familiare esprime il soddisfacimento che una famiglia raggiungerebbe qualora scegliesse un certo insieme residenziale (tipo di alloggio più localizzazione residenziale), prescindendo dalla considerazione del vincolo di reddito familiare. Ne consegue che le utilità sono, più propriamente, delle utilità potenziali;

- g. l'introduzione di un fattore di attrazione alle destinazioni nel sottomodello di localizzazione residenziale, che esprime l'elasticità del processo di localizzazione residenziale. Esso implica, in pratica, assumere che la distribuzione residenziale delle famiglie, stimata dal modello, deve, in una certa misura, tenere conto della struttura delle localizzazioni residenziali esistenti. L'introduzione del fattore suddetto è stata necessaria non solo per ottenere una migliore aderenza delle stime del sottomodello in fase di calibrazione (*), ma, anche e soprattutto, per garantire una maggiore consistenza ed un maggior controllo delle stime in fase previsionale. Si noti, per inciso, che l'ipotesi suddetta rende la logica di funzionamento di questo sottomodello molto più simile a quella degli altri sottomodelli, nei quali ciò che, nei diversi periodi, viene allocato è la variazione dell'attività considerata.

Per le caratteristiche dimensionali del modello, le modifiche apportate consistono in una riduzione delle dimensioni complessive. Infatti, i primi esperimenti hanno dimostrato che alcune dimensioni, inizialmente previste, erano ridondanti e potevano risultare controproducenti nella lettura ed interpretazione dei risultati, oltre che appesantire la maneggevolezza della gestione del modello.

La riduzione delle dimensioni ha riguardato, esclusivamente, gli indici non spaziali del modello, e cioè:

(*) I fattori suddetti vengono, infatti, determinati nella calibrazione del modello, considerando un vincolo esplicito alle destinazioni (dal punto di vista matematico, essi sono i fattori di bilanciamento di un modello di interazione spaziale doppiamente vincolato).

s	tipologia residenziale	da 18 a 6
f	tipologia familiare con capofamiglia occupato	da 40 a 8
g	tipologia familiare con capofamiglia non occupato	da 8 a 4
v	settore industriale	da 10 a 4
l	settore terziario	da 3 a 1.

1.2.3. La base di dati ed il software

1.2.3.1. Tipi di dati utilizzati nel modello

Il modello utilizza le seguenti categorie di dati:

1. variabili di stato.

Con questo termine si intendono le quantità descrittive dello stato del sistema in un certo istante di tempo (e, cioè, ad una certa data).

Nel modello sono variabili di stato, all'inizio ed alla fine di ciascun periodo di simulazione:

- il numero di occupati per settore e zona di lavoro;
- il numero di alloggi per tipo e zona di residenza;
- la popolazione complessiva del sistema e quella di particolari aggregati di zone di residenza;
- la distribuzione dei capifamiglia per tipo di famiglia, zona di residenza, tipo di alloggio e (se occupati) zona di lavoro.

Nella formalizzazione adottata, le variabili di stato vengono indicate con simboli del tipo nome.X e nome.Y, rispettivamente, per valori iniziali e finali. Ad esempio, la popolazione finale di un certo anno è P.Y..

La matrice dei tempi di spostamento interzonali è concettualmente assimilabile alle variabili di stato. Tuttavia, essa è utilizzata dal modello come insieme di parametri (cfr.: il successivo punto 3., dedicato ai parametri);

2. flussi e tassi.

Sono così definite le grandezze che si riferiscono ad un intervallo di tempo, in questo caso un anno. I tassi del modello sono: i tassi di variazione degli occupati per settore e degli alloggi per tipo, ambedue per aggregati di zone, nonché i tassi di natalità e mortalità per l'intero sistema. I flussi sono: gli incrementi ed i decrementi originati dai tassi suddetti, nonché il saldo migratorio annuale, che viene determinato in funzione di un tasso atteso di occupazione e di un coefficiente di sensibilità del modello al saldo migratorio. Infine, possono considerarsi flussi anche gli attrattori zonali, per quanto essi vengano determinati endogenamente con un meccanismo più complesso (*).

Si noti che, ad esclusione degli attrattori zonali, proprio i flussi consentono di definire, quantitativamente, un certo scenario socioeconomico di riferimento (ovviamente, fino all'epoca 1981 tali grandezze sono definite sulla base dei dati osservati, mentre per le epoche successive esse devono essere stimate con riferimento ad ipotesi sulle tendenze evolutive del sistema).

La notazione per i flussi, derivanti dall'applicazione di tassi a variabili di stato, è nome.XY. Ad esempio, il flusso di costruzione annuo delle abitazioni è TCAN.XY;

3. parametri.

In questa categoria sono compresi tutti i coefficienti che adattano il comportamento delle funzioni, utilizzate per il calcolo delle variabili di stato, alle caratteristiche particolari del sistema studiato.

(*) Il ruolo di detti attrattori è, infatti, concettualmente assimilabile a quello di fattori di capacità insediativa delle zone. La determinazione di tali attrattori dipende infatti, come visto in 1.2.1., dalla disponibilità di suolo per le varie attività - la quale viene calcolata endogenamente dal modello, data la distribuzione degli usi del suolo esistenti e di progetto - e dai tempi di spostamento interzonali.

In altre parole, il modello può simulare, entro i limiti posti dalla teoria cui si riferisce, il comportamento di sistemi urbani che si differenziano, ad esempio, per la dinamica demografica, il tasso di terziarizzazione, il sistema di trasporti e così via. Ciò che gli consente di "adattarsi" al comportamento di un particolare sistema è, appunto, il valore dei parametri in esso contenuti. La procedura di ricerca dei valori più opportuni è detta calibrazione del modello.

I parametri utilizzati dal modello sono stati raggruppati nelle seguenti classi:

a. fattori di impedenza.

Le variabili di stato sono calcolate a livello di sistema urbano o di aggregati di zone. Le dette grandezze vengono disaggregate per zone di residenza o lavoro, o per tipo di alloggio, utilizzando modelli di allocazione spaziale di tipo entropico. Questi determinano una matrice di flussi interzonali in funzione dei costi di spostamento (espressi, a loro volta, in funzione di varie grandezze: distanza, tempo, costo generalizzato di viaggio), nonché di un fattore di impedenza allo spostamento, o fattore di impedenza spaziale, che pesa la difficoltà di spostamento, associata al costo, nell'ambito di un particolare sistema. Il modello complessivo utilizza questo tipo di modelli di allocazione spaziale in due forme distinte, e per ciascuna di esse utilizza particolari parametri: θ per occupati ed alloggi, β per i capifamiglia occupati;

b. pesi della funzione di utilità.

L'allocazione dei capifamiglia occupati, per zona di residenza e tipo di alloggio, è effettuata tramite un modello entropico, e precisamente con una matrice di probabilità, derivata dai flussi interzonali e da una funzione di utilità potenziale. I parametri della funzione di utilità sono i pesi applicati ai valori normalizzati (ovvero depurati dalle dimensioni derivanti dall'unità di misura impiegata) di tre grandezze: la

disponibilità di alloggi, la disponibilità di suolo residenziale ed una misura del grado di accessibilità di una zona di residenza rispetto a tutte le altre. Detti pesi sono identificati con: h per la disponibilità abitativa, n per la disponibilità di suolo residenziale e k per l'accessibilità. Vi è, inoltre, un coefficiente ξ , che misura la propensione all'allocazione dei capifamiglia per zona di residenza e tipo di alloggio;

c. coefficienti di sensitività.

Il saldo migratorio è calcolato con i passi seguenti:

- dato il numero di occupati totali alla fine dell'anno precedente, si determina la popolazione attesa in funzione di un tasso di occupazione teorico;
- da essa si sottrae la popolazione effettiva al termine dell'anno precedente, ottenendo il saldo migratorio atteso;
- questo viene corretto da un coefficiente di sensitività, che misura l'inerzia del sistema ad "accettare" il saldo atteso. Il coefficiente di sensitività per il saldo migratorio è denominato $migrn$.

Uno schema analogo è utilizzato nel determinare la variazione di occupati nel terziario inferiore. In questo caso, il coefficiente di sensitività è denominato $tctn$;

d. probabilità.

Il modello utilizza matrici di probabilità condizionali, cioè di appartenenza ad un tipo di famiglia, dato il settore di attività di un occupato, e di utilizzo di un mezzo di trasporto (pubblico o privato), dato il tipo di famiglia. Inoltre, è presente una matrice di probabilità (semplice) di utilizzo dei mezzi suddetti;

e. altri coefficienti.

In questa categoria, vengono inclusi gli altri valori, numeri puri o

dotati di unità di misura, che descrivono caratteristiche del sistema. Si indicano qui la matrice dei tempi di spostamento, il coefficiente di ripartizione modale, rm , ed i tassi teorici di occupazione, citati in precedenza.

1.2.3.2. Costruzione dei dati iniziali

Le fonti, utilizzate per ottenere i dati iniziali di ogni esperimento di simulazione effettuato, sono le seguenti:

a. censimenti della popolazione 1971 e 1981.

Prescindendo dalle differenze nella struttura delle registrazioni e nel livello di elaborazione (campione al 20% nel 1971, intero universo nel 1981), gli archivi di partenza contenevano la riproduzione dei fogli di famiglia censuari, ovviamente anonimi. Le elaborazioni sono consistite, inizialmente, nel calcolo delle distribuzioni di frequenza, in termini di singoli individui e di alloggi, per zona di residenza, tipo di famiglia, tipo di alloggio, settore di attività e mezzo di trasporto impiegato per recarsi al lavoro. Più complessa è stata la fase successiva di attribuzione della zona di lavoro per gli occupati nel comune di Torino. Infatti, essendo per il 1971 disponibile soltanto l'indirizzo del luogo di lavoro, ma non la sezione di censimento, si è dovuto attribuire la seconda al primo, attraverso l'accesso automatico ad una tabella di tutti gli indirizzi comunali validi all'epoca 1971, ed introducendo assunzioni ad hoc per i casi non risolvibili con la tabella suddetta. Per il 1981, è disponibile un archivio, messo a punto dal Consorzio TT-Trasporti Torinesi, che associa, a ciascun occupato residente in Torino, la sezione di censimento del luogo di lavoro. Ciò ha risolto il problema solo parzialmente, vista la non omogeneità dei due archivi (quello Istat fornisce i dati definitivi, il Consorzio TT ha in-

vece elaborato i dati provvisori).

Le variabili, costruite a partire dai censimenti della popolazione, sono:

- a₁. alloggi per tipo e zona;
- a₂. addetti per settore di attività e zona di lavoro;
- a₃. capifamiglia per tipo di alloggio, zona di residenza, tipo di famiglia (quest'ultimo determinato in funzione del numero di componenti e della posizione professionale del capofamiglia) e (se occupati) zona di lavoro;
- a₄. matrice di probabilità di appartenenza ad un tipo di famiglia per gli occupati in un determinato settore;
- a₅. matrici di probabilità semplici di uso del mezzo di trasporto (pubblico o privato) e matrici di probabilità condizionali, sempre, di uso del mezzo di trasporto (pubblico o privato), dato il tipo di famiglia di appartenenza;
- b. altre fonti.
 - b₁. archivi TT ed archivi IRES, predisposti per altri studi, a partire dai quali sono stati costruiti sia le matrici dei tempi di trasporto sulla base dei dati rilevati al 1971 ed al 1981, sia i successivi scenari derivanti da variazioni nel sistema di infrastrutture di trasporto secondo linee di intervento descritte in documenti del Comprensorio di Torino;
 - b₂. altre fonti comunali e comprensoriali, a partire dalle quali è stata costruita una distribuzione del suolo comprensoriale, per tipo di uso e per zona, al 1971 e al 1981. In particolare, sono stati misurati, o stimati, il suolo occupato, per uso, e la corrispondente situazione descritta dagli strumenti urbanistici, indicata come suolo di progetto. La differenza algebrica tra i due valori, per zona ed uso, quando negativa, indica il suolo disponibile; quando positiva, indica, invece, l'eccedenza di suolo occupato sul suolo di progetto;

c. calibrazioni.

I parametri utilizzati negli esperimenti di simulazione sono stati determinati, come si è detto, con procedure di calibrazione. In particolare, il parametro θ di impedenza della distanza (per occupati ed alloggi) è stato ottenuto dalla calibrazione di un modello di allocazione doppiamente vincolato, mentre la determinazione sia del parametro β di impedenza della distanza (per capifamiglia occupati), sia dei parametri ξ , h , n e k della funzione di utilità ha richiesto complesse procedure a più fasi (cfr.: Bertuglia, Gallino ed altri, 1984, Bertuglia, Gualco ed altri, 1984). Le fasi fondamentali ed i risultati delle calibrazioni sono brevemente illustrati in 1.2.4..

1.2.3.3. Il software

Il software, per l'applicazione del modello su elaboratore (il sistema IBM compatibile del CSI Piemonte), è scritto in FORTRAN IV IBM H - extended ed è stato costruito privilegiando la flessibilità, cioè la capacità di adattamento alle variazioni del modello - in termini di dati, equazioni, caratteristiche temporali e spaziali degli esperimenti di simulazione - con il minimo di variazioni formali.

Sono stati costruiti quattro componenti, ciascuno dei quali svolge una funzione nella preparazione o nell'esecuzione dell'esperimento.

I componenti, governati dall'utilizzatore mediante parole chiave, sono i seguenti:

- a. definizione degli input: creazione della base dei dati utilizzabili nel corso di un esperimento. E' possibile registrare, sotto forma di differenti insiemi di dati, scenari paralleli in relazione ai quali eseguire gli esperimenti. Da un punto di vista informatico, la base registra i dati in modo tale da rendere più efficienti le operazioni di accesso agli stessi durante gli esperimenti;
- b. definizione degli esperimenti: identificazione degli esperimenti nella loro estensione temporale e negli specifici input da utilizzare. E' possibile organizzare un qualunque input nella sequenza temporale desiderata.

Questo componente fa riferimento alle informazioni fornite nella fase di "definizione degli input", senza necessità di ripeterle;

- c. adattamento automatico del programma sorgente: adattamento di una copia del programma FORTRAN alle caratteristiche di un esperimento scelto tra quelli definiti nel componente precedente. Questo adattamento, che consiste in variazioni del testo sorgente, viene effettuato automaticamente, evitando operazioni manuali, che sono causa di possibili errori;
- d. esecuzione dell'esperimento: effettuazione dell'esperimento secondo le specifiche indicate, con produzione di output - di diversa forma e contenuto - relativi alle variabili scelte dall'utilizzatore.

1.2.4. La calibrazione del modello

1.2.4.1. Fasi operative

La calibrazione del modello ha comportato le seguenti fasi operative:

- a. calibrazione dei parametri della distanza θ e β e dei parametri della funzione di utilità ξ , h , k ed n , alle epoche 1971 e 1981;
- b. applicazione del modello dall'epoca 1971 all'epoca 1981;
- c. confronto dei valori calcolati dal modello per l'epoca 1981, per le variabili descrittive dei sottosistemi, con i corrispondenti valori osservati all'epoca 1981.

Le operazioni sub. a. sono state definite operazioni in regime statico, poiché vengono effettuate solo a certe epoche (1971, 1981) dell'intervallo temporale interessato dalla calibrazione, nell'ipotesi che, a dette epoche, il sistema sia "fermo" (ossia, i tassi di variazione delle attività siano nulli).

Le operazioni sub. b. sono state definite operazioni in regime dinamico, poiché implicano l'applicazione del modello in tutto l'intervallo temporale considerato (1971-1981).

Ciò che, in pratica, viene fatto è calibrare i parametri della distanza e quelli della funzione di utilità all'epoca 1971, applicare il modello dall'epoca 1971 all'epoca 1981 e calibrare nuovamente i suddetti parametri all'epoca 1981. I valori ottenuti per tali parametri verranno, poi, mantenuti costanti nelle simulazioni relative ad epoche successive al 1981.

La necessità delle operazioni in regime statico deriva, come noto, dal fatto che, solo alle epoche 1971 e 1981, si dispone della base informativa (dati censuari) indispensabile alla determinazione dei valori dei parametri.

La necessità delle operazioni in regime dinamico deriva, sopra tutto, dall'esigenza di verificare la capacità esplicativa del modello; ossia, di analizzare in che misura, partendo dalla situazione osservata al 1971, il modello riesca a riprodurre la situazione osservata al 1981.

1.2.4.2. Parametri

Per i parametri della distanza θ e β , i valori ottenuti dalle calibrazioni sono:

a. per θ :

al 1971 0,1050

al 1981 0,0081;

b. per β articolato secondo il tipo di famiglia $f(f=1,8)$ (*):

al 1971 0,116 0,114 0,086 0,084 0,179 0,185 0,152 0,126

al 1981 0,077 0,070 0,068 0,062 0,118 0,105 0,100 0,072.

(*) Ove f è caratterizzato come segue (cfr.: p. 6; inoltre, Bertuglia ed al tri, 1982):

settore di occupazione del capofamiglia		numero di componenti della famiglia	condizione. socioeconomica
f1	v	1 o 2	alta
f2	v	> 2	alta
f3	v	1 o 2	bassa
f4	v	> 2	bassa
f5	l	1 o 2	alta
f6	l	> 2	alta
f7	l	1 o 2	bassa
f8	l	> 2	bassa

Prescindendo dagli specifici valori numerici, emerge chiaramente che, tra il 1971 ed il 1981, i valori dei parametri della distanza sono significativamente diminuiti (*).

Ne consegue l'indicazione fondamentale che, tra il 1971 ed il 1981, la propensione allo spostamento nel sistema è aumentata, ossia è aumentata la distanza media percorsa.

Per i parametri della funzione di utilità ξ , i valori ottenuti dalla calibrazione al 1971 sono:

f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8
4,795	4,187	5,162	3,864	5,710	4,412	5,463	4,329.

I valori ottenuti al 1981 sono molto simili a quelli del 1971 e ciò parrebbe indicare una sostanziale invarianza, nel periodo 1971-1981, del comportamento delle famiglie, relativamente agli attributi spaziali da esse considerati nella localizzazione residenziale (si veda anche quanto discusso più avanti) (**).

Diversamente che per i parametri della distanza, in ordine ai quali confronti con valori ottenuti in altre applicazioni sono possibili, per questi parametri non si dispone di valori di riferimento e, quindi, una loro precisa interpretazione risulta, al momento, difficile. Dal punto di vista teorico, data la struttura logico-formale del sottomodulo di localizzazione residenziale, è noto che i detti parametri dovrebbero essere positivi (cfr.: Anas, 1973).

In altri lavori (cfr.: Bertuglia, Gallino ed altri, 1983), inoltre, si è messo in luce che β e ξ possono essere interpretati come parametri, in qual

(*) Si noti, per inciso, che a tale diminuzione contribuiscono, da un lato, l'aumento, al 1981, dei flussi di spostamento all'interno del sistema e, dall'altro, l'introduzione, alla detta epoca, della nuova matrice dei tempi di spostamento interzonali per il mezzo pubblico.

(**) Nondimeno, qualora i pesi delle funzioni di utilità non fossero costanti, come qui assunto, i valori di ξ al 1981 potrebbero anche risultare diversi.

che modo, rappresentativi del comportamento localizzativo delle famiglie. In questo senso, un'analisi, essenzialmente qualitativa, dei valori ottenuti consente di trarre alcune considerazioni generali di qualche interesse. A questo scopo, i tipi di famiglie $f(f=1,8)$ sono stati classificati secondo i valori di β e ξ ad essi associati, partendo dai valori più elevati, come di seguito riportato:

1971		1981
β	ξ	β
f6	f5	f5
f5	f7	f6
f7	f3	f7
f8	f1	f1
f1	f8	f8
f2	f6	f2
f3	f2	f3
f4	f4	f4

Prescindendo dagli specifici valori numerici sottesi a queste classificazioni, un'analisi, anche sommaria, delle classificazioni indica che esiste una certa similarità tra l'ordinamento del tipo di famiglia secondo β e quello secondo ξ . Ciò sembrerebbe evidenziare che esiste una relazione tra β e ξ . In particolare, poiché, per un dato tipo di famiglia f , β è un fattore che indica il grado di disutilità della distanza (o, considerandone l'inverso, il grado di mobilità) nella localizzazione residenziale, e ξ è un fattore che misura, in qualche modo, l'importanza (l'utilità) degli attributi spaziali, nella localizzazione residenziale, si può osservare che, in generale, a valori di β più elevati (indicanti, cioè, una maggiore disutilità della distanza e, quindi, una minore mobilità) sono associati valori di ξ anch'essi più elevati (indicanti, cioè, una maggiore importanza degli attributi spaziali). In altri termini, una famiglia, che attribuisce molta importanza alla distanza (β elevato) ed è, quindi, tendenzialmente meno mobile, attribuisce molta importanza agli attributi spaziali (ξ elevato). Per una tale famiglia, allora, la scelta di una nuova localizzazione residenziale dipenderà, in larga misura, dagli attributi spaziali delle nuove localizzazioni possibili. Viceversa, per una famiglia che attribuisce a β e ξ valori relativamente

meno elevati, la scelta di una nuova localizzazione residenziale sarà meno influenzata dagli attributi spaziali, in quanto la maggiore mobilità permette di considerare una gamma più ampia di opportunità localizzative.

Si noti che, ad un livello generale, una tale interpretazione risulta coerente con ciò che, anche intuitivamente, si può arrivare a stabilire. Naturalmente, detta interpretazione dovrà essere, in seguito, verificata ed approfondita, per ciascun tipo di famiglia, alla luce di altri fattori, quali, ad esempio, il reddito delle famiglie ed i prezzi delle residenze, non inclusi nel modello, né esplicitamente considerati nell'interpretazione generale brevemente illustrata più sopra.

1.2.4.3. Adeguatezza del modello

Con adeguatezza del modello si intende, come già enunciato in 1.2.4.1., la capacità del modello a riprodurre la realtà osservata. Come già detto, la verifica di adeguatezza è operata applicando il modello dal 1971 al 1981, e confrontando i risultati calcolati al 1981 con quelli osservati alla stessa epoca. In altri termini, data la situazione iniziale del sistema al 1971 (ossia, dati gli input iniziali delle variabili di stato ed i valori calibrati dei parametri a tale epoca) e date le variazioni del sistema nel suo complesso tra il 1971 ed il 1981 (ossia, i valori dei flussi, noti sulla base del confronto tra le informazioni al 1971 ed al 1981), il modello simula l'evoluzione del sistema tra il 1971 ed il 1981, pervenendo alla situazione finale al 1981 (output al 1981 delle variabili di stato). Tale situazione finale, calcolata dal modello, viene poi confrontata con la situazione osservata al 1981.

Per ovvie ragioni di spazio, non si riportano qui i risultati analitici di tale confronto, ma se ne discutono, brevemente, solo gli aspetti generali. Come è ovvio, per come è costruito, il modello riproduce, in modo perfetto, le variazioni delle diverse grandezze (variabili di stato) a livello di sistema complessivo. Per contro, a livello zonale, esiste un certo grado di scostamento tra i valori calcolati e quelli osservati, la cui entità varia se-

condo le diverse grandezze.

E' bene tenere presente che, per certe grandezze (in particolare, per addetti ed abitazioni), detto scostamento, per altro relativamente elevato in alcuni casi, è determinato, principalmente, dall'effetto che la disponibilità di suolo, nelle varie zone, produce sulla distribuzione spaziale delle stesse grandezze. [Infatti, se la disponibilità di suolo zonale calcolata dal modello, per i vari usi, non rispecchia bene le variazioni zonali delle diverse grandezze osservate nell'intervallo 1971-1981, è chiaro che le variazioni zonali calcolate dal modello saranno diverse dalle variazioni osservate (*)]. Benché le disponibilità di suolo in ciascuna zona siano generate dal modello in modo consistente con le variazioni nette (positive) delle diverse grandezze (a livello zonale), il meccanismo di aggiornamento degli usi del suolo - che tiene conto anche delle variazioni negative delle grandezze - (cfr.: 1.2.1.), non consente tuttavia, ed ovviamente, una riproduzione completamente esatta dei valori delle grandezze (a livello zonale) al 1981. Da qui gli scostamenti. [Per altro, una quantificazione appropriata dei suoli di progetto (sulla base dei quali le disponibilità di suolo vengono calcolate endogenamente dal modello) potrebbe garantire una riproduzione perfetta].

Passando brevemente in rassegna ciascuna grandezza, si osserva quanto segue:

- a. per gli addetti in complesso, lo scostamento medio, per il totale delle 99 zone, è del 34%, e 57 zone (su 99) hanno, comunque, uno scostamento inferiore al 10%.

Tale scostamento medio varia significativamente considerando l'articolazione degli addetti per settore: è del 100% per gli addetti in agricoltura, del 22% per gli addetti nell'industria manifatturiera e nelle costruzioni, del 20% nel terziario inferiore (ove più di 30 zone hanno, comun-

(*) Occorre aggiungere, inoltre, che la non completa omogeneità delle fonti utilizzate (campione del 20% della popolazione al 1971 e totalità della popolazione al 1981) contribuisce, certamente, ad accentuare gli scostamenti zonali (ciò vale, in particolare, per gli addetti e la popolazione).

que, uno scostamento inferiore al 10%), è del 6% per il terziario superiore (ove ben 79 zone hanno uno scostamento inferiore al 10%);

- b. per le abitazioni in complesso, lo scostamento medio zonale è quasi nullo e solo 5 zone presentano un valore superiore al 10%. Gli scostamenti, ottenuti relativamente ai diversi tipi di abitazioni, non sono stati presi in considerazione, in quanto, come si mostrerà più avanti (cfr.: 3.2.), esistono delle diversità, non esplicabili, nella struttura stessa delle informazioni di base (censimenti delle abitazioni 1971 e 1981) (*);
- c. per la popolazione, lo scostamento medio risulta del 26% e 38 zone hanno un valore inferiore al 10%. Ciò si spiega, in larga misura, col fatto che la composizione media delle famiglie al 1971, considerata dal modello per il calcolo della popolazione (e mantenuta costante per tutto il periodo 1971-1981), risulta per molte zone sensibilmente diversa da quella osservata al 1981.

Per concludere sull'adeguatezza del modello, si osserva che, complessivamente, il modello riproduce, in modo sufficientemente accurato, l'evoluzione del sistema urbano di Torino dal 1971 al 1981.

Naturalmente, l'introduzione di ulteriori messe a punto, in particolare sull'assetto degli usi del suolo, e, eventualmente, sul meccanismo di aggiustamento dei tassi di composizione media delle famiglie, potrebbe portare ad un grado di adeguatezza più elevato, ma ciò è di relativa importanza ai fini dell'utilizzo del modello. Ciò che, invece, si vuole far rilevare è che le implicazioni spaziali dei cambiamenti socioeconomici osservati a livello di sistema complessivo, nel periodo 1971-1981, sono riprodotte dal modello in modo consistente, e ciò offre sufficienti garanzie di affidabilità del modello per esperimenti di simulazione anche a fini previsionali.

(*) Si noti che, sia per le abitazioni sia per il terziario superiore, lo scostamento risulta in effetti molto basso, poiché il tasso di variazione negativa di tali grandezze, a livello di sistema complessivo, è quasi nullo e, quindi, le disponibilità di suolo generate dal modello risultano completamente consistenti con le variazioni nette (positive) di tali grandezze a livello zonale.

2. LE POLITICHE DI TRASPORTO SONDATE

2.1. Gli interventi considerati

Si presentano qui gli interventi, relativi ai trasporti, che sono stati sondati con il modello.

L'insieme degli interventi è stato organizzato in tabelle, ciascuna delle quali fa riferimento ad una fase temporale di realizzazione degli interventi, così come sono state previste dal Comprensorio. In ogni tabella, sono riportati, nell'ordine: i comuni o le tratte, interessati dall'intervento; il numero dell'intervento (così come è stato codificato dal Comprensorio) (*); il numero delle zone IRES nelle quali l'intervento è situato; il tipo di mezzo di trasporto oggetto dell'intervento (pubblico o privato) e la descrizione dell'intervento. Nella colonna finale, "note", sono segnalati, quando necessari, commenti ai vari interventi (**).

Una sintesi degli interventi, previsti nelle diverse fasi di realizzazione del piano, è riportata nelle tabb. 1, 2 e 3 e rappresentata nelle figg. 2, 3 e 4. Dette figure evidenziano esclusivamente le zone interessate dai vari interventi (e non invece le tratte di collegamento interzonale), in quanto, non essendo un vero e proprio sottomodello dei trasporti, la rete di trasporto non viene considerata esplicitamente.

Non si allegano, per ovvii motivi di spazio, le matrici dei tempi di viaggio che sono state costruite al 1985, 1988 e 1991.

La costruzione di dette matrici ha comportato:

- a. la stima, in termini di tempo, degli effetti degli interventi previsti nelle diverse fasi temporali di realizzazione del Piano (sia per il mezzo di trasporto pubblico sia per il mezzo di trasporto privato). A questo proposito, va precisato che, per quanto i valori stimati possano ritenersi sufficientemente corretti nel rappresentare gli effetti diret-

(*) Tale numero serve esclusivamente al Comprensorio per identificare l'intervento di cui si sta trattando.

(**) In particolare, vengono segnalati quegli interventi il cui effetto, in termini di riduzione del tempo di spostamento, è stato ritenuto non significativo.

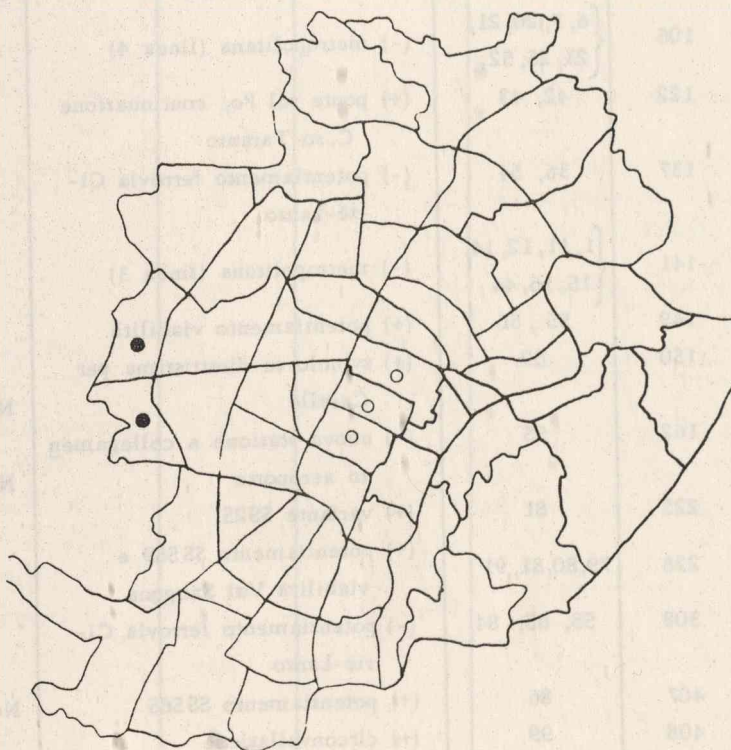
Tabella 1 - Interventi nei trasporti nella prima fase: 1983-1985

Comune o tratta	Numero intervento	Zone IRES	Tipo di mezzo di trasporto [(-) pubblico, (+) privato] e descrizione dell'intervento	Note
Nichelino	18	61	(+) ponte sul Sangone	Nessun effetto
Direttrice "Strada del Drosso"	22	62	(+) potenziamento nodo	Nessun effetto
Orbassano	33	62	(+) completamento tangenziale	
Rivoli-Rivalta	42	62, 65	(+) potenziamento	
Rivoli	43	65	(+) nuova tangenziale sud-est	
Rivoli	44	65	(+) variazione nord-est	
Torino	72	29, 30	(+) completamento C.so Marche	
Torino	83	29, 32	(+) proseguimento C.so Appio C.	Nessun effetto
Collegno (campo volo)	85	64	(-) metropolit. (linea 1) derivaz.	Nessun effetto
Torino (Porta Nuova - Porta Susa)	115	1, 3	(-) metropolitana (linea 1)	
Venaria - aeroporto	163	54, 55	(-) potenziamento ferrovia (Ciriè-Lanzo)	
Borgone - Susa	207	92, 93	(+) nuova viabilità internazionale	
Borgone e Susa	209	92, 93	(+) potenziamento viabilità	
Torino-Modane	219	{ 7, 64, 66, 81, 92, 93, 94	(-) completamento raddoppio ferrovia	
Ciriè	307	68	(+) circonvallazione	
Lanzo	314	84	(+) potenziamento ponte	
Lanzo-Ceres	316	84, 96	(+) potenziamento ferrovia (Ciriè-Lanzo)	
Rivarolo	408	86	(+) circonvallazione	
Carmagnola	608	76	(+) svincolo autostradale	

- Interventi per il mezzo privato
- Interventi per il mezzo pubblico



2a. Resto del sistema urbano



2b. Città di Torino

Figura 2. Zone del sistema urbano interessate dagli interventi nei trasporti nel periodo 1983-1985

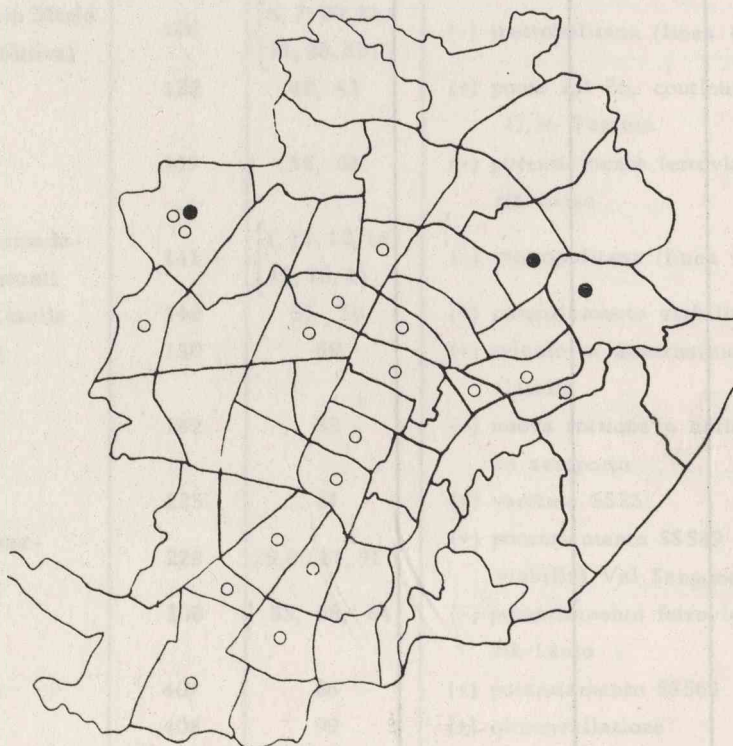
Tabella 2 - Interventi nei trasporti nella seconda fase: 1986-1988

Comune o tratta	Numero intervento	Zone IRES	Tipo di mezzo di trasporto [(-) pubblico, (+) privato] e descrizione dell'intervento	Note
Chieri	10	59	(-) innesto ferrovia sul passante	
Trofarello-Nichelino-Orbassano-Rivalta	13	59, 61, 62	(-) linea di trasporto pubblico	
Vinovo	19	78	(+) svincolo tangenziale	
Nichelino	20	61	(+) riorganizzazione viabilità	Nessun effetto
Beinasco-Vinovo	23	62 78	(+) potenziamento viabilità	
Borgaretto-Orbassano	34	62	(+) nuova viabilità lungo Sangone	
Orbassano	35	62	(+) collegamento Orbassano-CIM	Nessun effetto
Alpignano-Rivoli	49	65, 66	(+) potenziamento viabilità	
Alpignano	51	66	(+) nuova viabilità tangenziale	
Alpignano-Pianezza	52	66	(+) innesto SS24 sulla tangenziale	
Torino	63	29	(+) soppressione svingolo C. so Francia-tangenziale	Nessun effetto
Torino	74	30, 54, 64	(+) svincolo C. so Marche su tangenziale	
Torino	75	29, 30	(-) linea di trasporto su C. so Marche	
Torino (Vallette-Venaria)	76	30, 54	(-) metropolitana (linea 3)	
Collegno	84	63	(+) prolungamento C. so F.lli Cervi e svincolo	Nessun effetto
Torino (P. za Caio Mario - Porta Nuova)	106	{ 6, 7, 20, 21, 23, 25, 52,	(-) metropolitana (linea 4)	
Torino	122	42, 43	(+) ponte sul Po, continuazione C. so Taranto	
Dora-Venaria	137	36, 54	(-) potenziamento ferrovia Ciriè-Lanzo	
Torino (P. za Hermada- C. so Tassoni)	141	{ 1, 11, 12, 14, 15, 16, 44	(-) metropolitana (linea 3)	
Settimo-Leini-Caselle	149	55, 56	(+) potenziamento viabilità	
Mappano (Leini)	150	69	(+) svincolo su direttissima per Caselle	Nessun effetto
Caselle	162	55	(-) nuova stazione e collegamento aeroporto	Nessun effetto
Avigliana	225	81	(+) variante SS25	
Giaveno-Avigliana-Piossasco	228	79, 80, 81, 91	(+) potenziamento SS589 e viabilità Val Sangone	
Borgaro-Lanzo	308	55, 68, 84	(-) potenziamento ferrovia Ciriè-Lanzo	
Ozegna-Rivarolo	407	86	(+) potenziamento SS565	Nessun effetto
Pont	408	99	(+) circonvallazione	
Rivarolo-Pont	411	86, 99	(-) potenziamento ferrovia Canavesana	
				./.

- Interventi per il mezzo privato
- Interventi per il mezzo pubblico



3a. Resto del sistema urbano



3b. Città di Torino

Figura 3. Zone del sistema urbano interessate dagli interventi nei trasporti nel periodo 1986-1988

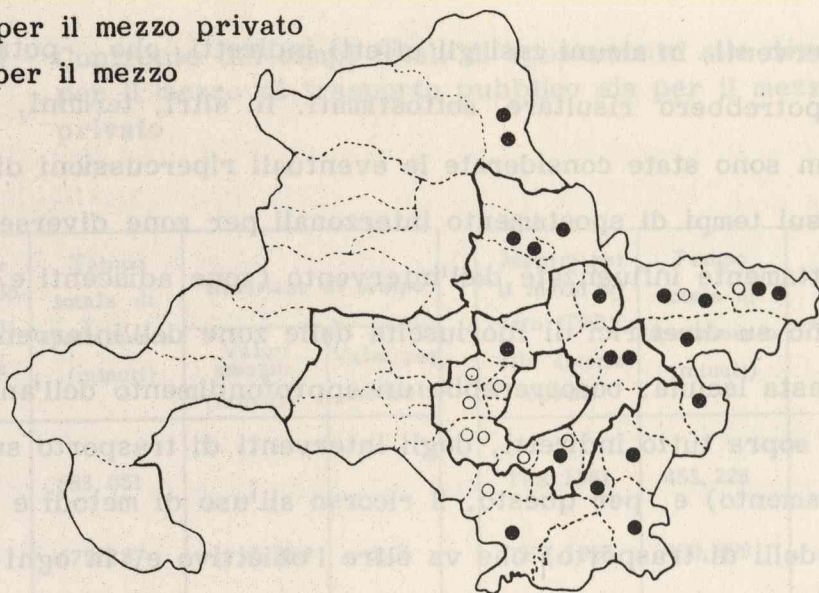
Tabella 3 - Interventi nei trasporti nella terza fase: 1989-1991

Comune o tratta	Numero intervento	Zone IRES	Tipo di mezzo di trasporto [(-) pubblico, (+) privato] e descrizione dell'intervento	Note
Trofarello-Moncalieri	7	59	(+) nuovo asse viario lungo ferrovia	
Trofarello-Moncalieri	9	59	(-) nuovo interscambio FF.SS. e metropolitana (linea 2)	Effetto considerato con l'intervento 12
Moncalieri-Torino (Lingotto)	12	19, 21, 59	(-) metropolitana (linea 2)	
Torino-Pinerolo	25	7, 61, 78	(-) potenziamento ferrovia per Pinerolo	
Stupinigi-Torino (P.za Carlo Mario)	26	52	(-) metropolitana (linea 4)	
Nichelino-Torino (Lingotto)	27	19, 21, 62	(-) metropolitana (linea 1)	
Orbassano-Gerbido	36	53, 62	(-) metropolitana (linea 5)	
Rivoli-Collegno	45	64, 65	(-) metropolitana (linea 1)	
Alpignano-Torino (Vallette)	53	30, 66	(-) metropolitana (linea 3)	Incluso anche tratto Vallette - C. Tassoni non compreso nell'elenco degli interventi
Collegno-Torino (Porta Susa)	64	{ 9, 10, 12, 26 27, 28, 29, 64	(-) metropolitana (linea 1)	
Venaria	73	54	(+) tangenziale nord-est	
Torino	101	18, 20	(+) sottopassaggio C. so Spezia - C. so Sebastopoli	
Torino	102	{ 1, 6, 7, 12, 19, 21 36, 38, 39, 40	(-) quadruplicamento ferroviario	
Torino (Lingotto-Porta Nuova)	105	{ 4, 5, 6, 7, 18, 19 20, 21	(-) metropolitana (linea 1)	
Torino (Via Settembrini - Piazza Solferino)	116	{ 3, 6, 7, 22, 23, 24, 25, 53	(+) metropolitana (linea 5)	
Torino (Lingotto - C. so Francia)	117	{ 8, 10, 19, 21, 22 24, 25, 26	(-) metropolitana (linea 2)	
Torino (Vanchiglia - C. so Francia)	142	{ 11, 12, 34, 35, 37, 40, 42	(-) metropolitana (linea 2)	
Torino (P.ta Nuova - Falchera)	153	{ 1, 3, 7, 13, 14, 37, 38, 39, 40	(-) metropolitana (linea 4)	
Salassa - Front	406	85, 89	(+) viabilità pedemontana	
Rivarolo	409	86	(+) potenziamento SS460	
Busano-Valperga	410	86, 99	(+) potenziamento SP13	

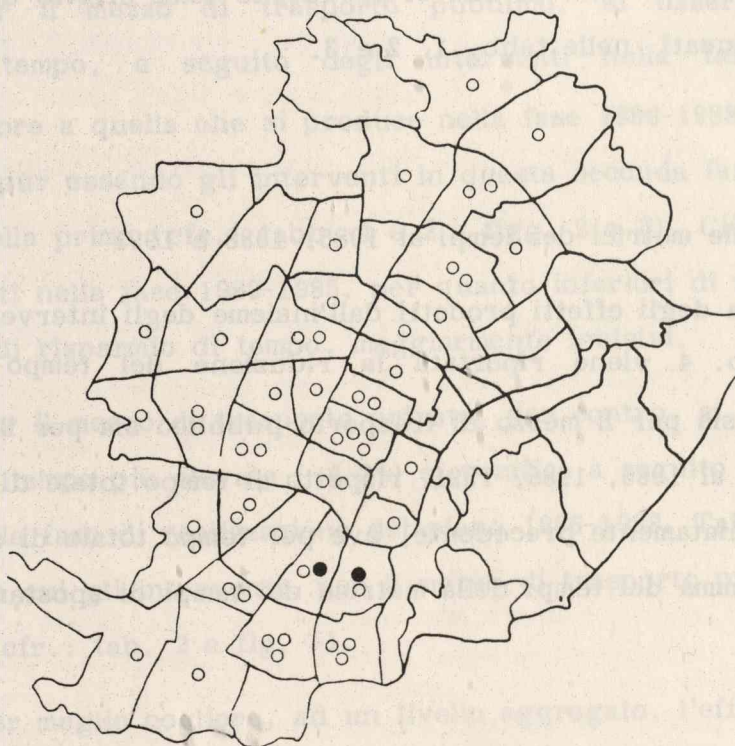
continua tabella 3

Comune o tratta	Numero intervento	Zone IRES	Tipo di mezzo di trasporto [(-) pubblico, (+) privato] e descrizione dell'intervento	Note
Crescentino	508	88	(+) potenziamento SS590 e nuovo ponte sul Po	Nessun effetto
Montanaro-Fogizzo	511	87	(+) allargamento SP	
Casalborgone-Castelnuovo D. B.	512	89 90	(+) allargamento SP	Nessun effetto
Chivasso-Ivrea	513	87	(-) potenziamento linea ferroviaria	
Castelrosso-Casale	514	87, 88	(-) potenziamento linea ferroviaria	Nessun effetto
Gassino-Chivasso	609	71, 87	(+) potenziamento	
Villastellone	611	77	(+) variazione viabilità	Nessun effetto
Carignano	612	77	(+) variazione viabilità	
Carignano-Casalgrasso	613	77	(+) allargamento SP	Nessun effetto
Carmagnola-Altare	616	76	(+) raddoppio A6	Nessun effetto
Chieri-Trofarello	617	59, 73	(-) ammodernamento ferrovia	Nessun effetto
Trofarello-Bra-Carmagnola	618	59, 74, 76	(-) ammodernamento ferrovia Trofarello-Fossano-Bra-Carmagnola	

- Interventi per il mezzo privato
- Interventi per il mezzo pubblico



4a. Resto del sistema urbano



4b. Città di Torino

Figura 4. Zone del sistema urbano interessate dagli interventi nei trasporti nel periodo 1989-1991

ti degli interventi, in alcuni casi gli effetti indiretti, che potrebbero prodursi, potrebbero risultare sottostimati. In altri, termini, ciò significa che non sono state considerate le eventuali ripercussioni di alcuni interventi sui tempi di spostamento interzonali per zone diverse da quelle direttamente influenzate dall'intervento (zone adiacenti e/o zone che insistono su direttrici di fuoriuscita dalle zone dell'intervento). Per colmare questa lacuna, occorrerebbe un approfondimento dell'analisi (degli effetti, sopra tutto indiretti, degli interventi di trasporto sui tempi di spostamento) e, per questo, il ricorso all'uso di metodi e modelli ad hoc (modelli di trasporto) che va oltre l'obiettivo e, in ogni caso, l'impegno di lavoro del presente studio (*);

- b. la predisposizione delle matrici dei tempi di spostamento interzonali al 1985, 1988 e 1991, sia per il mezzo di trasporto pubblico sia per quello di trasporto privato. Precisamente, dette matrici sono state ottenute sottraendo, dalle matrici per il mezzo pubblico e per il mezzo privato al 1981, le riduzioni di tempo (di cui in sub. a) che si producono come effetto dei diversi interventi elencati nelle tabb. 1, 2 e 3.

2.2. Osservazioni sulle matrici dei tempi al 1985, 1988 e 1991

Per dare un'idea degli effetti prodotti dall'insieme degli interventi alle varie epoche, in tab. 4. viene riportata la riduzione del tempo totale di spostamento - sia per il mezzo di trasporto pubblico sia per il mezzo di trasporto privato - al 1985, 1988, 1991, rispetto al tempo totale di spostamento dell'epoca immediatamente precedente, ove per tempo totale di spostamento si intende la somma dei tempi della matrice dei tempi di spostamento interzonali.

(*) Ciò, naturalmente, non esclude che, se in futuro verranno effettuate altre stime dei tempi di spostamento, detti metodi e modelli non possano venire utilizzati.

Tabella 4 - Confronto dei tempi totali di spostamento alle diverse epoche sia per il mezzo di trasporto pubblico sia per il mezzo di trasporto privato

Matrici per il mezzo pubblico (TPU) alle diverse epoche	Tempo totale di spostamento (minuti)	Riduzione di tempo	
		Valori assoluti (minuti)	Valori percentuali
TPU 1981	683.051	-	-
TPU 1985	675.187	- 7.864	- 1,2
TPU 1988	673.312	- 1.875	- 0,3
TPU 1991	660.430	- 12.882	- 1,9

Matrici per il mezzo privato (TPR) alle diverse epoche	Tempo totale di spostamento (minuti)	Riduzione di tempo	
		Valori assoluti (minuti)	Valori percentuali
TPR 1981	455.226	-	-
TPR 1985	450.609	- 4.657	- 1,0
TPR 1988	431.524	- 19.085	- 4,2
TPR 1991	423.360	- 8.164	- 1,9

Per il mezzo di trasporto pubblico, si osserva che la riduzione di tempo, a seguito degli interventi nella fase 1983 - 1985, è superiore a quella che si produce nella fase 1986-1988 (-1,2% rispetto a -0,3%), pur essendo gli interventi in questa seconda fase più numerosi di quelli nella prima (cfr.: tabb. 1 e 2 e figg. 2 e 3). Ciò indicherebbe che gli interventi nella fase 1983-1985, per quanto inferiori di numero, risultano, in termini di risparmio di tempo, maggiormente incisivi.

Per il mezzo di trasporto privato, per contro, si osserva che la riduzione di tempo più elevata (-4,2%) si verifica a seguito degli interventi previsti nella fase di realizzazione del piano 1986-1988. Tale fase è, per altro, quella in cui gli interventi, per il mezzo di trasporto privato, sono più numerosi (cfr.: tab. 2 e fig. 3).

Per meglio cogliere, ad un livello aggregato, l'effetto complessivo generato dalle riduzioni dei tempi elencate in tab. 4, si consideri il costo medio totale di spostamento ottenuto alle diverse epoche, nell'ipotesi che i flussi, alle

dette epoche, rimangano quelli al 1981 (*). Precisamente, il detto costo medio passa da 174,6 al 1981, a 140,8 al 1985, a 139,5 al 1988 ed a 138,8 al 1991. La riduzione più significativa di detto costo si ottiene con gli interventi previsti nella prima fase (pur essendo tali interventi meno numerosi di quelli delle fasi successive). Inoltre, alle epoche successive, il detto costo medio subisce riduzioni assai modeste, il che indicherebbe che gli interventi della prima fase sono quelli che, in ogni caso, incidono sull'aliquota più consistente dei flussi casa-lavoro.

	1981	1985	1988	1991
Costo medio	174,6	140,8	139,5	138,8
Interventi	10	15	20	25
Flussi casa-lavoro	100	100	100	100

(*) I costi medi totali riportati nel testo (\bar{C}) sono ricavati dalla seguente formula: $\bar{C} = \sqrt{2/\theta^{\text{anni}}}$, ove θ^{anni} è il valore di θ ottenuto nell'ipotesi di ricalibrare θ alle diverse epoche sulla base della stessa matrice dei flussi al 1981.

3. GLI SCENARI SOCIOECONOMICI DI RIFERIMENTO

3.1. Introduzione

Si illustrano ora gli scenari (o quadri di riferimento futuro) socioeconomici che sono stati assunti in questi esperimenti di simulazione, ove, si noti, in qualunque applicazione modellistica, la definizione di scenari di riferimento è operazione sempre, e comunque, necessaria (*).

In questi esperimenti, in particolare, l'analisi e la valutazione degli effetti dell'impatto di una politica di trasporto, e più in generale di un ventaglio di politiche di trasporto, richiedono la considerazione di uno scenario, all'interno del quale si collocano tali politiche. Occorre, inoltre, che detto scenario superi convenientemente l'epoca di introduzione dell'intervento trattato (per una discussione più ampia, cfr.: Bertuglia, Gualco ed altri, 1984) (**).

Poiché non si può escludere che gli effetti dell'impatto variino con lo scenario, ove non si sia in grado di definire un unico scenario altamente probabile, è opportuno considerare un certo numero di scenari, in modo da delimitare l'arco degli scenari possibili.

L'analisi e la valutazione degli effetti dell'impatto, al passare da uno scenario all'altro di quelli assunti, permette di individuare la variazione degli effetti al variare dello scenario e, in particolare, permette di individuare, in primo luogo, gli effetti che, al variare dello scenario, persi-stono (e che sono quelli che, con elevata probabilità, si produrranno) e, in secondo luogo, quegli elementi di "criticalità" che agli effetti suddetti pos

(*) Anche quando trattasi di un intervento che si intende introdurre subito e per il quale si vogliono individuare solo gli effetti a breve periodo - e, quindi, non è strettamente necessario predisporre uno scenario -, si può dire che lo scenario, al quale si fa riferimento, consiste proprio nell'assumere che, nell'immediato futuro, non cambi nulla.

(**) Naturalmente, quanto ora detto con riferimento alle politiche di trasporto può estendersi al caso di politiche relative ad altri sottosistemi urbani.

sono accompagnarsi.

Da qui consegue che, in generale, non solo è necessario fare riferimento ad uno scenario, ma è particolarmente utile fare riferimento a più scenari, anzi all'arco degli scenari possibili.

Quindi, come già si è fatto per altri esperimenti (cfr.: Bertuglia, Gualco ed altri, 1984, Bertuglia, Occelli ed altri, 1984), sono stati costruiti tre scenari (tutti riferiti al periodo di tempo che va dall'epoca 1981 all'epoca 2000): il primo rappresenta l'evoluzione, in qualche modo, più probabile del sistema urbano di Torino (tale scenario si indicherà, nel seguito, come scenario A) e gli altri due indicano, rispetto al primo, una situazione di declino ed una situazione di crescita del sistema (tali scenari si indicheranno nel seguito, rispettivamente, come scenario B e scenario C).

Per quanto non sia semplice definire le caratteristiche qualitative degli scenari suddetti, ancora più difficile è operare una traduzione quantitativa delle individuate caratteristiche qualitative.

Prima di procedere ad illustrare le previsioni assunte nei tre scenari, deve essere chiaro che l'obiettivo di questo studio non è quello di pervenire ad una previsione, o ad un quadro di previsioni, in ordine all'evoluzione futura del sistema urbano di Torino, che sia valido in sé (allo scopo, cioè, di trarne indicazioni per il rafforzamento o l'indebolimento di qualche aspetto dell'evoluzione suddetta).

In altre parole, l'obiettivo finale di questo studio è quello di individuare gli effetti dell'impatto di date politiche di trasporto, sapendo che l'evoluzione futura del sistema urbano di Torino non è predeterminabile in modo preciso; meglio, sapendo che le evoluzioni possibili del sistema urbano di Torino sono numerose e, al più, individuabili all'interno di un qualche arco. L'obiettivo, dunque, è quello di stabilire se gli effetti suddetti mutano - e, se mutano, in che misura mutano o, meglio, in che misura persistono e/o possono essere "critici"-al passare da un estremo all'altro delle evoluzioni possibili.

Ne consegue che, in questo caso, affinché l'operazione di previsione possa dirsi accettabile, è necessario che l'arco delle evoluzioni possibili sia determinato in modo da permettere l'accertamento di cui sopra, e niente altro.

Per concludere su questo punto, in questo caso non occorre che ciascuno scenario considerato sia, in sé, particolarmente accurato, quanto, piuttosto, che l'arco degli scenari sia tale da contenere al suo interno la gamma degli scenari ragionevolmente possibili, senza per questo essere enormemente grande [poiché, in tale ultimo caso, si potrebbe rischiare di ridurre arbitrariamente la gamma degli effetti persistenti (nonché di quelli critici), la cui individuazione costituisce l'obiettivo di questo studio)].

3.2. Stima dello scenario di evoluzione più probabile del sistema (scenario A)

Tale scenario rappresenta, in un certo qual modo, la continuazione della tendenza evolutiva osservata nel decennio 1971-1981, nell'ipotesi che, rispetto a detto decennio, si verifichi un qualche rallentamento della tendenza stessa.

Appare ragionevole, infatti, assumere che, nell'arco temporale interessato dalle sperimentazioni, la struttura socioeconomica complessiva del sistema non subisca modificazioni troppo profonde, o quanto meno, non risenta in modo immediato di cambiamenti (per esempio, una trasformazione tecnologica) o di fenomeni (per esempio, una profonda crisi industriale) che possano avvenire al di fuori del sistema stesso. Uno scenario che preveda, in qualche misura, la "naturale" continuazione della passata tendenza di evoluzione (quella del decennio 1971-1981) sembra, quindi, ragionevolmente probabile. E', comunque, un'ipotesi di riferimento che sarebbe irragionevole non considerare.

Posto ciò, la tendenza osservata, così come emerge dall'analisi dei dati censuari alle epoche 1971 e 1981, può ritenersi caratterizzata principalmente da due fenomeni:

- a. contrazione dell'occupazione nei settori considerati tradizionalmente di base (agricoltura, industria e costruzioni) a fronte di una crescita nei settori terziari (cfr.: tab. 5);
- b. diffusione della crescita socioeconomica nell'area esterna alla città di Torino (cfr.: tabb. 6 e 7; inoltre, cfr.: Bertuglia, Ocelli ed altri, 1984, Bertuglia ed altri, 1985).

Nel predisporre questo scenario, si è ragionato come di seguito esposto (si è proceduto analogamente anche per gli altri due scenari).

In primo luogo, si sono precisate, in termini qualitativi, per il complesso del sistema, le variazioni relative alle diverse grandezze (popolazione, posti di lavoro, abitazioni), ove tali variazioni specificano la tendenza assunta nello scenario. Dette variazioni sono connesse ai citati principali fenomeni per il periodo 1971-1981 ma, rispetto ad essi, pur rispettandone complessivamente il segno, risultano di entità meno elevata. Ne consegue che - in questo scenario - la popolazione, i posti di lavoro e le abitazioni varieranno, tendenzialmente, in modo analogo a quanto riconosciuto nel periodo 1971-1981, ma in misura tale da lasciare il sistema in una situazione di sostanziale stazionarietà.

Si è, quindi, proceduto alla traduzione quantitativa delle tendenze qualitativamente sopra definite (cfr.: tab. 5) (*).

Per quanto riguarda la popolazione del sistema, si è giunti alla conclusione che, fino all'epoca 2000, essa rimanga sostanzialmente stabile (2.103.758 unità). Infatti, si produce una diminuzione assai lieve (-0,32%) rispetto

(*) Le stime, effettuate in ordine alle diverse grandezze, sono il risultato di un certo numero di considerazioni derivate principalmente:

- a. dall'analisi delle informazioni censuarie;
- b. da alcuni studi specifici condotti dall'IRES;
- c. dalla discussione con esperti in campo economico.

Un particolare ringraziamento va al prof. T. Cozzi, per il contributo da lui recato nella definizione delle stime che sono state effettuate.

Tabella 5 - Quadro riassuntivo delle previsioni socioeconomiche nei tre scenari, per il sistema nel suo complesso

Scenari per il sistema complessivo	POSTI DI LAVORO											Abitazioni
	(a) Tasso di natalità (*)	(b) Tasso di mortalità (*)	(c) Saldo migratorio (*)	(d) Tasso di occupaz. (**)	Popolazione	Totale	Agricoltura	Industria	Costruzioni	Terziario superiore	Terziario inferiore	
1971	16,3‰	9,0‰	- 8.229	39,3%	2.054.308	807.911	29.959	449.831	48.965	170.313	108.843	754.845
1981	9,6‰	9,2‰	- 13.308	40,7%	2.110.553	858.817	25.916	404.128	43.151	260.046	125.576	880.267
	variazione 1981-1971 (v. a.)				+ 56.245	+ 50.906	- 4.043	- 45.703	- 5.814	+ 89.733	+ 16.727	+ 125.422
	variazione 1981-1971 (v. p.)				+ 2,7	+ 6,3	- 13,5	- 10,2	- 11,9	+ 52,7	+ 15,4	+ 16,6
Scenario A	(a)	(b)	(c)	(d)	2.103.758	861.967	22.010	367.768	42.773	289.566	139.850	912.001
evoluzione più probabile	9,0‰	9,2‰	+ 63	41,0%								
	variazione 2000-1981 (v. a.)											
	variazione 2000-1981 (v. p.)				- 0,32	+ 0,4	- 15,1	- 9,0	- 0,9	+ 11,4	+ 11,4	+ 3,6
Scenario B	(a)	(b)	(c)	(d)	2.062.975	787.013	23.576	335.060	42.755	260.046	125.576	887.467
declino	8,9‰	9,3‰	- 1.679	38,1%								
	variazione 2000-1981 (v. a.)											
	variazione 2000-1981 (v. p.)				- 2,3	- 8,4	- 9,8	- 17,1	- 0,9	/	/	+ 0,8
Scenario C	(a)	(b)	(c)	(d)	2.179.631	893.251	21.920	367.768	42.473	311.526	149.264	927.067
crescita	9,1‰	9,2‰	+ 3.417	41,0%								
	variazione 2000-1981 (v. a.)											
	variazione 2000-1981 (v. p.)				+ 3,3	+ 4,0	- 15,1	- 9,0	- 0,9	+ 19,8	+ 19,8	+ 5,3

(*) Negli scenari tali valori sono da considerarsi come valori medi annui.

(**) Trattasi di un tasso particolare dato dal rapporto tra i posti di lavoro totali e la popolazione totale del sistema.

Tabella 6 - Quadro riassuntivo delle previsioni socioeconomiche nei tre scenari, per la città di Torino

Scenari per la città di Torino	POSTI DI LAVORO						Abitazioni
	Totale	Agricoltura	Industria	Costruzioni	Terziario superiore	Terziario inferiore	
1971	502.437	1.181	262.324	29.201	133.140	76.591	425.434
1981	494.467	4.173	202.516	21.467	183.926	82.385	446.088
variazione 1981-1971 (v. a.)	- 7.970	+ 2.992	- 59.808	- 7.734	+ 50.786	+ 5.794	+ 20.654
variazione 1981-1971 (v. p.)	- 1,6	+ 253,3	- 22,8	- 26,5	+ 38,1	+ 7,6	+ 4,8
Scenario A	493.459	4.173	184.300	19.145	200.486	85.355	450.480
variazione 2000-1981 (v. a.)	- 1.008	/	- 18.216	- 2.322	+ 16.560	+ 2.970	+ 4.392
variazione 2000-1981 (v. p.)	- 0,2	/	- 9,0	- 10,8	+ 9,0	+ 3,6	+ 1,0
Scenario B	452.995	4.173	162.016	20.495	183.926	82.385	447.888
variazione 2000-1981 (v. a.)	- 41.472	/	- 40.500	- 972	/	/	+ 1.800
variazione 2000-1981 (v. p.)	- 8,4	/	- 20,0	- 4,5	/	/	+ 0,4
Scenario C	518.029	4.173	184.300	19.145	217.226	93.185	452.388
variazione 2000-1981 (v. a.)	+ 23.562	/	- 18.216	- 2.322	+ 33.300	+ 10.800	+ 6.300
variazione 2000-1981 (v. p.)	+ 4,8	/	- 9,0	- 10,8	+ 18,1	+ 13,1	+ 1,4

Tabella 7 - Quadro riassuntivo delle previsioni socioeconomiche nei tre scenari, per il resto del sistema (area esterna alla città di Torino)

Scenari per il resto del sistema	POSTI DI LAVORO						Abitazioni
	Totale	Agricoltura	Industria	Costruzioni	Terziario superiore	Terziario inferiore	
1971	305.477	28.778	187.507	19.764	37.173	32.252	329.411
1981	364.350	21.743	201.612	21.684	76.120	43.191	434.179
variazione 1981-1971 (v. a.)	+ 58.873	- 7.035	- 14.105	+ 1.920	+ 38.847	+ 10.939	+ 104.747
variazione 1981-1971 (v. p.)	+ 19,3	- 24,4	- 7,5	+ 9,7	+ 104,8	+ 33,9	+ 31,8
Scenario A	368.508	17.837	183.468	23.628	89.080	54.495	461.521
variazione 2000-1981 (v. a.)	+ 4.158	- 3.906	- 18.144	+ 1.944	+ 12.960	+ 11.304	+ 27.342
variazione 2000-1981 (v. p.)	+ 1,1	- 18,0	- 9,0	+ 9,0	+ 17,0	+ 26,2	+ 6,3
Scenario B	334.018	19.403	173.044	22.260	76.120	43.191	439.579
variazione 2000-1981 (v. a.)	- 30.332	- 2.340	- 28.568	+ 576	/	/	+ 5.400
variazione 2000-1981 (v. p.)	- 8,3	- 10,8	- 14,2	+ 2,7	/	/	+ 1,3
Scenario C	375.222	17.747	183.468	23.628	94.300	56.079	474.679
variazione 2000-1981 (v. a.)	+ 10.872	- 3.996	- 18.144	+ 1.944	+ 18.180	+ 12.888	+ 40.500
variazione 2000-1981 (v. p.)	+ 3,0	- 18,4	- 0,9	+ 0,9	+ 23,9	+ 29,8	+ 9,3

al 1981 (*).

A tale valore di popolazione si è pervenuti assumendo che, anche, il numero di posti di lavoro, nel sistema, rimanga, in complesso, al livello osservato all'epoca 1981 (e ciò, naturalmente, tenendo conto, anche, delle variazioni occupazionali che si possono produrre nei diversi settori economici).

Popolazione e posti di lavoro sono, nel modello, connessi da un tasso, qui chiamato impropriamente tasso di occupazione, il quale esprime, semplicemente, il rapporto, ad una data epoca, tra il numero dei posti di lavoro e la popolazione totale nel sistema (cosa che esprime, quindi, la relazione di consistenza che deve sussistere tra i livelli delle due grandezze suddette).

Le stime della popolazione, dei posti di lavoro e del tasso di occupazione sono, dunque, interconnesse, ed alla loro determinazione si è giunti tramite un procedimento di approssimazioni successive, schematizzato nei passi seguenti:

- a. determinazione di un valore di popolazione;
- b. determinazione delle variazioni occupazionali nei diversi settori economici e calcolo del numero di posti di lavoro totali del sistema;
- c. calcolo del tasso di occupazione sulla base di quanto in subb. a. e b.;
- d. confronto del valore del tasso, ottenuto in c., con il valore del tasso di occupazione osservato al 1981 (40,7%);
- e. ripetizione dei passi precedenti fino a quando il livello di popolazione, quello dei posti di lavoro e quello del tasso di occupazione, rimanendo sempre aderenti alle considerazioni qualitative sopra introdotte, possa-

(*) Detta diminuzione si produce, sopra tutto, come conseguenza di una tendenza negativa della dinamica demografica naturale (tasso annuo di mortalità del 9,2‰ rispetto al 9,0‰ del tasso annuo di natalità); si ha, inoltre, un valore del saldo migratorio annuo sostanzialmente nullo (+63 unità). Tale tendenza negativa nella dinamica della popolazione è, per altro, già riconoscibile negli ultimi anni del periodo 1971-1981.

no ritenersi tra loro sufficientemente consistenti.

Per un valore del tasso di occupazione fissato a 41,0%, nell'ipotesi di un mantenimento dell'attuale livello di occupazione (*) e per un livello di popolazione pari, come detto, a 2.103.758 unità, i posti di lavoro sono 861.967 con un incremento dello 0,4% rispetto al 1981.

Per quanto riguarda le stime dei posti di lavoro secondo i cinque settori di attività considerati nel modello (ed elencati nelle tabb. 5, 6 e 7), queste possono riassumersi come segue (**):

(*) Ove il mantenimento dell'attuale livello occupazionale potrebbe anche significare un eventuale riduzione della disoccupazione e/o l'immigrazione nel sistema di manodopera proveniente, fra l'altro, dal Terzo Mondo.

(**) Si tenga presente che i posti di lavoro per settore, riportati nelle tabb. 5, 6 e 7, sono tratti dai Censimenti della popolazione alle epoche 1971 e 1981 e, in quanto tali, possono risultare diversi da quelli ricavati dai Censimenti dell'industria alle stesse epoche.

Per essere precisi, i settori economici di cui si tratta sono i seguenti, ove il numero in parentesi corrisponde alla voce censuaria all'epoca 1971:

- a. - agricoltura (1);
- b. - estrattive (2), manifatturiere (3);
- c. - costruzioni ed impianti (4);
- d. - energia acqua e gas (5), commercio [ingrosso (6.01), intermediari del commercio (6.04), noleggio dei beni mobili (6.05)], trasporti e comunicazioni (7), credito e assicurazioni (8), servizi [dello spettacolo e ricreativi (9.02), sanitari (9.03), per l'istruzione e la formazione professionale (9.04), legali e commerciali (9.05), enti ed associazioni di carattere professionale ecc. (9.06)], pubblica amministrazione (10);
- e. - commercio [minuto (6.02), ambulante (6.03), esercizi alberghieri ecc. (6.06)], servizi [per l'igiene e la pulizia (9.01), istituzioni e associazioni religiose (9.07), servizi vari non altrove classificati (9.08)].

Naturalmente, un'articolazione analoga è stata mantenuta al 1981. Ciò ha comportato lo stabilire l'esatta corrispondenza tra l'articolazione delle voci censuarie al 1971 e l'articolazione di quelle al 1981, che in alcuni casi è molto diversa da quella al 1971.

1. per l'agricoltura, si è stimata una ulteriore diminuzione percentuale del 15% (rispetto a quella del 13,5% del periodo 1971-1981);
2. per l'industria, si è mantenuta una diminuzione percentuale (9,0%) dello stesso ordine di grandezza di quella osservata nel periodo 1971-1981, nell'ipotesi che la contrazione occupazionale in questo settore sia connessa, sopra tutto, a processi di ristrutturazione interna e/o a processi di innovazione tecnologica (*);
3. per le costruzioni, si è stimata una diminuzione percentuale dello 0,9% (rispetto all'11,9% del periodo 1971-1981), ritenendo che un certo sviluppo delle imprese collegate all'edilizia (in particolare, di quelle per la manutenzione ed il recupero) possa, in qualche modo, annullare la dinamica negativa del settore;
4. per il settore del terziario superiore - settore in cui si verifica l'incremento occupazionale maggiore nel periodo 1971-1981 -, si è ipotizzato che esso aumenti ancora, ma con un tasso sensibilmente meno elevato che nel periodo precedente (+11,4% rispetto al +52,7% del periodo 1971-1981). Si ritiene, infatti, che tale ulteriore incremento possa derivare, più che altro, da un processo di assestamento della crescita prodottasi nel periodo 1971-1981;
5. per il settore del terziario inferiore, si è ipotizzato un ulteriore incremento dell'11,4% (rispetto al 15,4% del periodo 1971-1981), ritenendo che la caduta occupazionale che presumibilmente continuerà a prodursi, sopra tutto nel commercio al dettaglio, venga, in qualche modo, più che

(*) Implicitamente, dunque, detta ipotesi assume che la maggior parte degli effetti, strettamente connessi alla generale "crisi economica", si esauriscano nel decennio 1971-1981, anche se ciò può non essere completamente vero. Un'ipotesi di questo secondo genere può considerarsi presente nello scenario di declino del sistema (scenario B). Si tenga presente, inoltre, che la diminuzione percentuale, qui assunta, tiene conto anche del fatto che dal 1981 ad oggi, nell'industria, si è già verificata una ulteriore caduta occupazionale.

compensata dalla crescita in certi servizi (servizi alle imprese, centri meccanografici, centri E.D.P. ecc.), largamente connessi all'informatica (*).

Per quanto riguarda la stima delle abitazioni del sistema all'epoca 2000, va subito precisato che detta stima ha fatto riconoscere notevoli difficoltà, in quanto dal confronto della base informativa del Censimento delle abitazioni al 1971 con quella del Censimento delle abitazioni al 1981, emergono, per alcune classificazioni delle abitazioni - che interessano in questa stima -, difformità non esplicabili nel numero di unità rilevate, cosa che rende il confronto, per dette classificazioni, impossibile (**).

Si è quindi reso necessario, in primo luogo, data la variazione totale di abitazioni per il sistema complessivo nel periodo 1971-1981, valutare, all'epoca 1981, il numero di abitazioni secondo le tipologie adottate nel modello (***) e, suc

(*) Di fatto, pur essendo oggi classificabili come servizi di carattere superiore, i suddetti servizi erano stati originariamente inclusi fra quelli di carattere inferiore, poiché le voci censuarie al 1971 non ne consentivano una loro individuazione precisa. Per omogeneità con il 1971, anche al 1981 tale inclusione è stata mantenuta, anche se, in successive sperimentazioni, potrebbe risultare opportuno introdurre tali servizi nel terziario superiore.

(**) Non è questa la sede per illustrare la natura e le caratteristiche di tali difformità. Basti dire, per esempio, che, se si considerano le abitazioni prive di gabinetto interno (dette: abitazioni non igieniche), esse al Censimento 1981 risultano superiori a quelle rilevate al Censimento 1971 (e ciò è assolutamente irragionevole). Per un'analisi più dettagliata delle variazioni delle abitazioni tra i Censimenti 1971 e 1981, nonché delle difformità che si riscontrano per alcune classificazioni, si rinvia allo studio sulle abitazioni che l'IRES ha recentemente concluso (Aragno, 1985).

(***) Si ricorda che, nel modello, le abitazioni sono state articolate secondo sei tipologie $s(s=1,6)$, e precisamente:

- s1. abitazioni fatiscenti con 1 o 2 stanze;
- s2. abitazioni obsolete con 1 o 2 stanze;
- s3. abitazioni in buone condizioni con 1 o 2 stanze;
- s4. abitazioni fatiscenti con più di 2 stanze;
- s5. abitazioni obsolete con più di 2 stanze;
- s6. abitazioni in buone condizioni con più di 2 stanze.

Con abitazioni fatiscenti si intendono tutte le abitazioni non igieniche.

cessivamente, operare delle previsioni in ordine alle variazioni totali nei vari scenari. (In realtà, dai Censimenti 1971 e 1981 sono tratte le variazioni complessive di abitazioni per la città di Torino e per il resto del sistema, cosa che ha consentito, anche, di articolare le stime di abitazioni per le suddette ripartizioni territoriali).

In questo scenario (cfr.: tab. 5), si è stimato, per il sistema complessivo, un incremento di abitazioni del 3,6% (pari a 31.734 unità), rispetto ad un aumento del 16,6% nel periodo 1971-1981. Detta percentuale è stata fissata assumendo che, pur producendosi un lievissimo calo nella popolazione del sistema, la dinamica edificatoria continui a persistere, sopra tutto, come conseguenza della tendenza edificatoria osservata nel periodo 1971-1981 (*).

Per quanto concerne la stima delle variazioni, secondo i tipi di abitazioni considerati nel modello, si è ragionato come segue.

Si è ipotizzato un calo (intorno all'1%), come conseguenza di interventi sopra tutto, di demolizione e/o di ricostruzione, per i tipi di abitazioni classificati come fatiscenti, s1 e s4 (**).

segue nota (***) di pag. prec.

niche, con abitazioni obsolescenti le abitazioni costruite prima dell'epoca 1946 (esclusa l'aliquota delle abitazioni, costruite prima dell'epoca 1946, che risultano fatiscenti), con abitazioni in buone condizioni le abitazioni costruite a partire dall'epoca 1946.

(*) Naturalmente, un aggiustamento di questa stima (e così pure delle corrispondenti stime negli altri scenari) potrà rendersi necessario quando si introdurranno, esplicitamente, le politiche per le abitazioni.

(**) Si precisa che il calo suddetto - per altro, molto piccolo in termini assoluti - è stato ricavato, in parte, dai Bollettini Statistici della Città di Torino e, in parte, è stato stimato sulla base della consistenza complessiva delle abitazioni fatiscenti nell'area esterna alla città di Torino. Inoltre, il calo suddetto risulta lievemente più accentuato di quello osservato nel periodo 1971-1981, assumendo che un'aliquota di abitazioni - in una certa misura, più consistente di quella del periodo 1971-1981 - possa essere interessata da interventi di recupero edilizio.

Nessuna variazione è stata prevista per i tipi di abitazioni classificati come obsoleti, s2 e s5, nell'ipotesi che, solo per un'aliquota molto modesta di tali abitazioni, siano necessari interventi di demolizione e ricostruzione. E ventualmente, tale variazione potrà essere precisata dalle politiche di intervento in ordine alle residenze. Tale ipotesi è stata mantenuta anche negli altri scenari.

Si è stimato un incremento (dell'ordine del 4,5%) per i tipi di abitazioni classificati come abitazioni in buone condizioni, s3 ed s6, assumendo però un incremento leggermente superiore per le abitazioni di tipo s3, a seguito della riduzione della composizione media delle famiglie osservata nel periodo 1971-1981.

Ora, si illustra brevemente come le previsioni, precedentemente introdotte con riferimento al sistema complessivo, siano state articolate in previsioni per la città di Torino ed in previsioni per il resto del sistema. Questa articolazione, introdotta in fase di calibrazione del modello, è stata mantenuta anche negli scenari predisposti. Per quanto essa implichi una complessificazione delle operazioni di stima, le diversità, che esistono tra le caratteristiche strutturali della città e quelle del resto del sistema, nonché tra le dinamiche osservate nel decennio 1971-1981, ne hanno fatto ritenere opportuno il mantenimento (*).

L'analisi delle tabb. 6 e 7, relativamente anche a quella per il sistema complessivo (tab. 5), è pressoché immediata, e le osservazioni nel seguito aggiunte hanno solo lo scopo di sottolineare e, eventualmente, chiarire alcune delle previsioni riportate nelle tabelle.

In dette tabelle, non compare la popolazione, poiché la stima di questa grandezza è richiesta dal modello solo a livello di sistema complessivo.

(*) Naturalmente, ciò non significa che, in altre sperimentazioni, non si possa, se necessario, trascurare l'articolazione suddetta ed operare esclusivamente a livello di sistema complessivo.

Per quanto riguarda il settore dell'agricoltura nella città di Torino, in questo e negli altri scenari non si prevede alcuna variazione, data la scarsa rilevanza di questo settore nella struttura economica della città (*).

Per il settore dell'industria, il calo percentuale stimato è sostanzialmente uguale per la città di Torino e per il resto del sistema (-9,0%), nell'ipotesi che, rispetto al periodo 1971-1981, la contrazione occupazionale proseguirà ad un tasso meno elevato nella città, ma investa anche il resto del sistema (ove, nel periodo 1971-1981, si era verificato un lieve incremento, +7,5%) (**).

Per quanto concerne i settori terziari, le variazioni occupazionali per la città di Torino e per il resto del sistema sono di più difficile previsione. Per tale articolazione territoriale, infatti, occorre tenere maggiormente conto delle profonde differenze esistenti nella dinamica dei vari comparti del terziario. Le variazioni, riportate nelle tabelle, vanno dunque assunte con cautela, laddove, complessivamente, la crescita relativamente più contenuta per la città di Torino, che non per il resto del sistema (anche se, in termini assoluti, pressoché uguale nei due casi), si basa sulle ipotesi che:

1. la crescita del terziario superiore nella città (+9,0% rispetto al 1981) dipenda, sopra tutto, da un processo di assestamento dell'espansione verificatasi nel decennio 1971-1981, mentre nell'area esterna alla città (o, per lo meno, nell'area esterna maggiormente connessa alla città) tale crescita (+17,0%) dipenda, in misura maggiore, da un processo di espansione del settore stesso;
2. la crescita del terziario inferiore nella città - in realtà, molto contenuta (+3,6% rispetto al 1981) - sia resa tale da un ulteriore calo occupa-

(*) Si noti, inoltre, che per l'agricoltura il dato al 1981 non è direttamente confrontabile con quello al 1971, per le modifiche che sono state introdotte nelle voci censuarie del 1981.

(**) Detta ipotesi assume anche, implicitamente, che tendano ad esaurirsi i processi di rilocalizzazione industriale dalla città verso l'esterno.

zionale nei comparti del terziario minuto (in particolare, del commercio) e da un incremento meno sostenuto (rispetto al decennio 1971-1981) nei servizi maggiormente connessi all'informatica, mentre nell'area esterna alla città tale crescita (+26,2% rispetto al 1981) dipenda, oltre che dall'espansione dei servizi appena citati, da un qualche processo di assorbimento da parte del terziario minuto del calo occupazionale che si produce nel settore industriale.

Per quanto concerne le abitazioni, infine, si è stimato che l'aliquota più consistente di nuove abitazioni, in termini sia assoluti sia percentuali, venga costruita fuori della città di Torino.

3.3. Stima dello scenario di declino del sistema (scenario B)

Tale scenario definisce, rispetto al precedente scenario A, una situazione di declino del sistema, che si manifesta con un calo sia di popolazione sia di posti di lavoro (cfr.: tab. 5).

La popolazione diminuisce del 2,3% (rispetto al 1981), ritornando al livello del 1971 (2.062.975 unità); si ha emigrazione dal sistema (-1.679 unità all'anno) ed una lieve modifica dei tassi di natalità e di mortalità (0,1% in meno ed in più, rispettivamente)(*).

Fissato un valore del 38,1% per il tasso di occupazione del sistema, nell'ipotesi che in una situazione di declino del sistema anche detto tasso subisca una contrazione, i posti di lavoro calano dell'8,4% (-71.000 unità in meno rispetto al 1981) (**).

(*) La modifica dei tassi suddetti si basa sull'ipotesi che, in una situazione di declino del sistema, il processo di invecchiamento della popolazione sia, rispetto a quello dello scenario A, più accentuato.

(**) Si può osservare che, in questo scenario, la previsione di popolazione risulta più elevata di quella determinata in uno studio sulla demografia regionale (cfr.: IRES, 1984), nel quale, già all'epoca 1989, la popolazione stimata ammonta a 1.998.385 unità (per uno scenario di previ

Per quanto riguarda la stima dei posti di lavoro secondo i settori di attività, si è assunto quanto segue:

- a. per l'agricoltura, un calo (-9,0%) più contenuto di quello assunto nello scenario A, ritenendo che, in una situazione di declino del sistema, la contrazione occupazionale, in questo settore, avvenga più lentamente;
- b. per l'industria, un calo (-17,1%) più marcato di quello fissato nello scenario A (e, a questo proposito, si rimanda a quanto già osservato nello scenario A);
- c. per le costruzioni, un calo (-0,9%) analogo a quello assunto nello scenario A;
- d. per i settori terziari, una situazione di invarianza rispetto al 1981.

Per le abitazioni, si è assunto che, anche in una situazione di declino del sistema (e, in particolare, di diminuzione della popolazione), una certa aliquota di nuove costruzioni venga, comunque, prodotta. Ciò ha portato a stimare un incremento, rispetto al 1981, dello 0,8% (cfr.: tab. 5).

Passando ora all'articolazione delle previsioni tra la città di Torino ed il resto del sistema (cfr.: tabb. 6 e 7), anche in questo scenario, quanto osservato per il sistema complessivo rimane in generale valido, anche, per l'articolazione suddetta. Ciò che qui emerge è che, diversamente che nel precedente scenario A, i posti di lavoro complessivi per il resto del sistema (cfr.: tab. 7) diminuiscono (-8,3% rispetto al 1981).

segue nota (**) di pag. prec.

sione con tassi demografici costanti), facendo riconoscere un calo percentuale, rispetto al 1981, del 5,3%. Assumere, in questo scenario, la popolazione suddetta (1.998.385 unità) avrebbe comportato, assumendo un valore del tasso di occupazione del 38,1%, una riduzione dei posti di lavoro del sistema dell'11,0%, cosa che è stata ritenuta, anche per questo scenario di declino, eccessiva. Ciò non toglie che, in altre sperimentazioni, una tale ipotesi possa essere, comunque, investigata.

3.4. Stima dello scenario di crescita del sistema (scenario C)

Tale scenario definisce rispetto allo scenario A, una situazione di crescita del sistema, che si manifesta con un aumento sia di popolazione sia di posti di lavoro sia di abitazioni (cfr.: tab. 5).

La popolazione passa a 2.179.631 unità (+3,3% rispetto al 1981); si ha immigrazione nel sistema (+3.417 unità all'anno) ed un lieve aumento del tasso di natalità (9,1‰ rispetto al 9,0‰ dello scenario A, mentre il tasso di mortalità rimane quello del suddetto scenario).

Fissato un valore del 41,0% per il tasso di occupazione del sistema, nell'ipotesi che anche in una situazione di crescita detto tasso non possa, comunque, essere superiore a quello assunto nello scenario A, i posti di lavoro diventano 893.251, con un incremento del 4,0% rispetto al 1981.

Per quanto riguarda le stime dei posti di lavoro secondo i settori di attività, si è assunto quanto segue:

- a. per i settori dell'agricoltura, dell'industria e delle costruzioni, sono state mantenute le previsioni fatte nello scenario A;
- b. per i settori terziari, settori in cui si produce la crescita economica del sistema, si è ipotizzato, rispetto al 1981, un aumento del 19,8% sia nel terziario superiore sia nel terziario inferiore, complessivamente pari a 75.168 nuovi posti di lavoro.

Per le abitazioni, la crescita prevista è di 46.800 abitazioni, pari ad un incremento del 5,3% rispetto al 1981 (cfr.: tab. 5). Tale incremento potrebbe sembrare troppo modesto, se confrontato con quello osservato nel periodo 1971-1981, ove, per un aumento di popolazione inferiore a quello stimato in questo scenario, si ha un incremento di abitazioni del 16,3%. Nondimeno, va tenuto presente che, in questo caso, ci si trova a dover operare delle previsioni sulla dinamica di un mercato, quello dell'edilizia residenziale, con riferimento al quale le informazioni, fornite dai censimenti, non consentono, sopra tutto dal punto di vista della descrizione qualitativa dei fenomeni con

siderati, un'interpretazione adeguatamente approfondita. Perciò, la stima suddetta deriva non tanto da una riflessione sulle informazioni censuarie, quanto piuttosto dalle seguenti considerazioni generali (che, naturalmente, se dovesse apparire opportuno, potrebbero essere modificate):

- a. anche in una situazione di generale crescita del sistema, è scarsamente probabile che, nel prossimo ventennio, una consistente aliquota di nuove costruzioni possa essere prodotta, sia per la situazione di commissione urbanistica di molte aree sia per il regime di controllo e salvaguardia imposto dalle leggi sugli usi del suolo;
- b. a quanto sopra, va aggiunta la possibilità che, nei prossimi anni, modifiche dell'attuale regolamentazione dei prezzi d'uso delle abitazioni possa rendere disponibile un'aliquota di abitazioni (il cui ammontare sfugge ad una rilevazione ufficiale, ma che certamente non è irrilevante), che oggi, di fatto, risulta sottratta al mercato (*).

Passando ora all'articolazione delle previsioni tra la città di Torino ed il resto del sistema, la prima osservazione concerne la crescita dei posti di lavoro terziari (per gli altri settori, infatti, le previsioni fatte sono, come detto, uguali a quelle dello scenario A). Come nello scenario A, anche in questo scenario si è ipotizzato che, rispetto al 1981, la crescita percentuale più elevata si produca nell'area esterna alla città di Torino (cfr.: tabb. 6 e 7). Nondimeno, in termini assoluti, è nella città di Torino che la crescita del terziario è più rilevante (+44.100 unità nella città rispetto a +31.063 unità nel resto del sistema), cosa che, implicitamente, potrebbe significare, anche, una qualche qualificazione del ruolo terziario della città (**).

(*) Si noti, per altro, che dal 1971 al 1981 il tasso di inoccupazione è passato dal 6,4% al 7,2% nella città di Torino e dal 14,7% al 22,2% nel resto del sistema.

(**) La considerazione suddetta si riallaccia a quanto già osservato in Bertuglia, Occelli ed altri (1983, pp. 52-53), ove si metteva in luce come la città di Torino, malgrado lo sviluppo dei settori terziari (in particolare, di quello superiore), non possieda, rispetto ad altre città italiane di dimensioni analoghe, una particolare connotazione terziaria.

La seconda osservazione concerne la crescita di abitazioni, che si produce, analogamente a quanto osservato nel periodo 1971-1981, prevalentemente nell'area esterna alla città di Torino (+40.500 abitazioni in detta area, +6.300 nella città di Torino) (cfr.: tab. 5). In questo scenario, inoltre, si è ipotizzato che un'aliquota di abitazioni relativamente più consistente (rispetto a quella considerata nello scenario A) sia interessata da interventi di recupero edilizio.

3.5. Assunzioni comuni a tutti gli scenari

Tutti gli scenari, precedentemente illustrati, assumono un certo numero di ipotesi comuni in ordine ad alcune caratteristiche fisico-spaziali del sistema, le quali sono riferite, anch'esse, all'intervallo temporale compreso tra l'epoca 1981 e l'epoca 2000. Esse sono:

- a. un valore costante per i parametri di impedenza della distanza θ e β , nonché per il coefficiente di ripartizione modale, r_m (cfr.: 1.2.4.)(*). Ciò significa che, nell'intervallo temporale suddetto, non cambiano le caratteristiche di mobilità del sistema, né cambia il modo di utilizzo del mezzo di spostamento (pubblico e privato).

Tale ipotesi è, chiaramente, una semplificazione. Tuttavia, essa è utile per cogliere bene gli effetti "diretti" delle variazioni delle matrici dei tempi. In una fase successiva, potrà risultare utile, invece, introdurre, negli scenari, valori diversi per i suddetti parametri (**).

Si noti, per altro, che tale introduzione può implicare modifiche, anche sostanziali, nell'entità degli effetti diretti, cosa che, in queste sperimentazioni, in cui i detti effetti non si conoscono ancora, rischia di di

(*) Il coefficiente di ripartizione modale r_m vale 0,25 per il mezzo di trasporto pubblico e 0,75 per il mezzo di trasporto privato.

(**) Ad esempio, nello scenario di crescita del sistema sarebbe plausibile assumere che, alla crescita del sistema, sia associata anche una crescita della mobilità e, eventualmente, un diverso modo di utilizzo dei mezzi di spostamento. Inoltre, sarebbe plausibile tener conto, anche, degli effetti di congestione, che una crescita della mobilità può provocare.

storcere l'analisi dei risultati;

- b. una matrice (anch'essa, costante) dei suoli di progetto, costruita in modo da destinare ai vari usi un'aliquota di suolo la più alta possibile, compatibilmente con un certo valore di suolo residuo in ciascuna zona (*).

L'introduzione di detta matrice fa sì che il modello abbia il massimo grado di libertà possibile nella distribuzione spaziale delle varie attività, cosa che contribuisce anch'essa, da un punto di vista metodologico, a cogliere meglio gli effetti diretti delle strategie di intervento nei trasporti.

(*) La matrice suddetta è stata definita considerando la matrice degli usi del suolo di progetto al 1981, e ridistribuendo, a meno di una certa aliquota percentuale tenuta fissa, il suolo residuo in parti uguali fra i diversi usi.

4. RISULTATI DEGLI ESPERIMENTI DI SIMULAZIONE

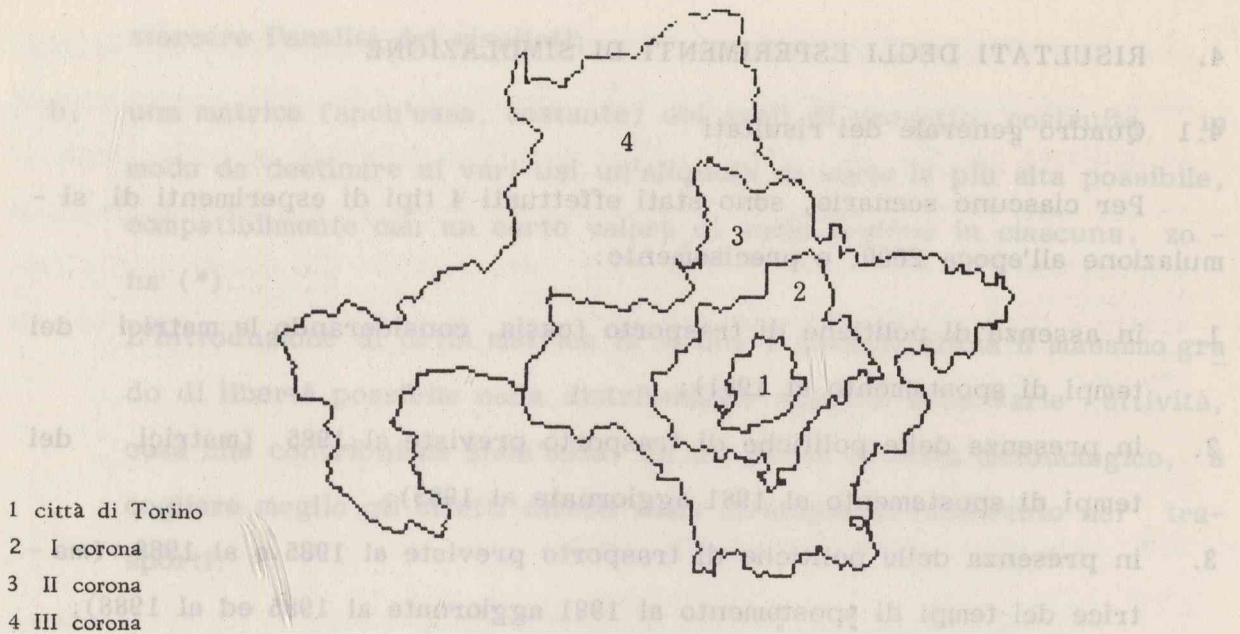
4.1 Quadro generale dei risultati

Per ciascuno scenario, sono stati effettuati 4 tipi di esperimenti di simulazione all'epoca 2000, e precisamente:

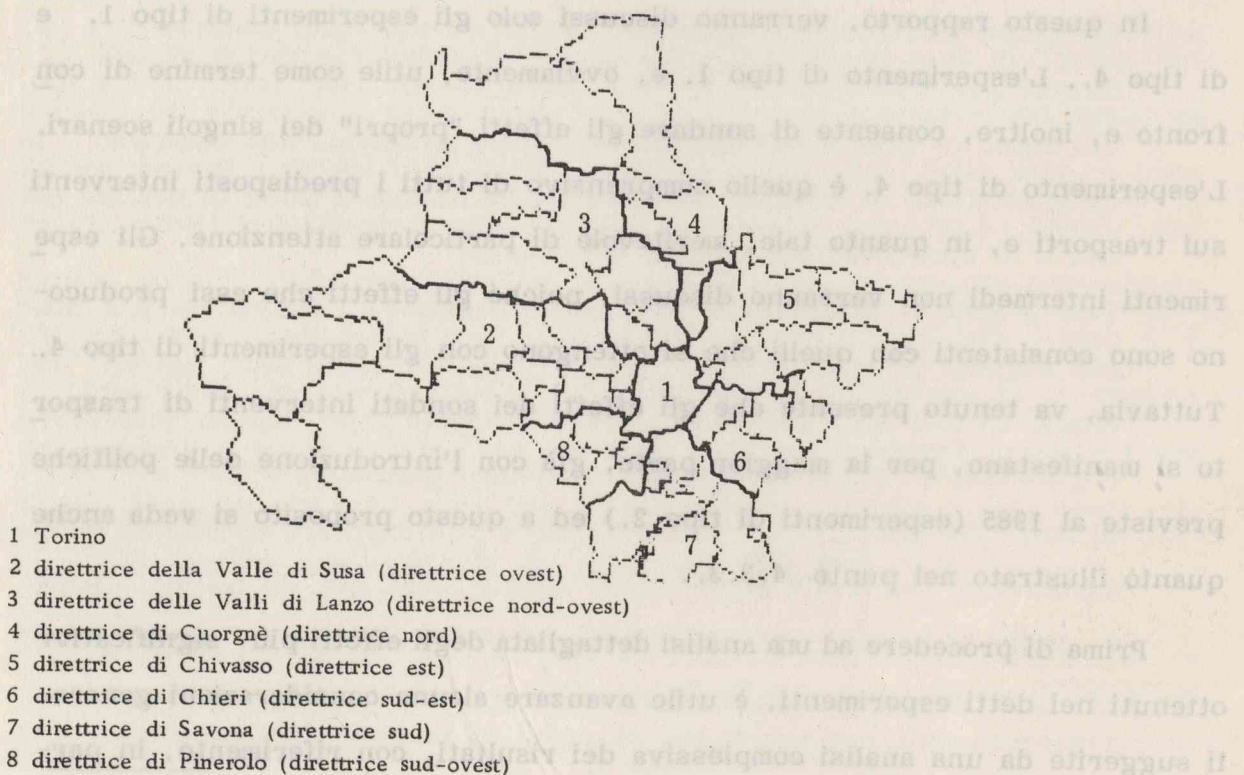
1. in assenza di politiche di trasporto (ossia, considerando le matrici dei tempi di spostamento al 1981);
2. in presenza delle politiche di trasporto previste al 1985 (matrici dei tempi di spostamento al 1981 aggiornate al 1985);
3. in presenza delle politiche di trasporto previste al 1985 e al 1988 (matrice dei tempi di spostamento al 1981 aggiornate al 1985 ed al 1988);
4. in presenza delle politiche di trasporto previste al 1985, al 1988 ed al 1991 (matrici dei tempi di spostamento al 1981 aggiornate al 1985, al 1988 ed al 1991).

In questo rapporto, verranno discussi solo gli esperimenti di tipo 1. e di tipo 4.. L'esperimento di tipo 1. è, ovviamente, utile come termine di confronto e, inoltre, consente di sondare gli effetti "propri" dei singoli scenari. L'esperimento di tipo 4. è quello comprensivo di tutti i predisposti interventi sui trasporti e, in quanto tale, meritevole di particolare attenzione. Gli esperimenti intermedi non verranno discussi, poiché gli effetti che essi producono sono consistenti con quelli che si ottengono con gli esperimenti di tipo 4.. Tuttavia, va tenuto presente che gli effetti dei sondati interventi di trasporto si manifestano, per la maggior parte, già con l'introduzione delle politiche previste al 1985 (esperimenti di tipo 2.) ed a questo proposito si veda anche quanto illustrato nel punto 4.3.3..

Prima di procedere ad una analisi dettagliata degli effetti più significativi ottenuti nei detti esperimenti, è utile avanzare alcune considerazioni generali suggerite da una analisi complessiva dei risultati, con riferimento, in particolare, alle articolazioni territoriali secondo corone e direttrici (cfr.: fig. 5). Per agevolare la lettura ed il confronto dei risultati ottenuti nei diversi esperimenti, si riportano, nelle tabb. 8 e 9, le distribuzioni al 1981 della popo-



5a. Articolazione secondo corone



5b. Articolazione secondo direttrici

Figura 5. Articolazione dei sistema urbano secondo corone e direttrici

lazione, degli addetti e delle abitazioni.

E' bene tener presente fin d'ora che, nella discussione, tutte le considerazioni saranno basate sui valori percentuali assunti dalle distribuzioni spaziali delle grandezze (popolazione, posti di lavoro ed abitazioni) nei diversi esperimenti. Inoltre, per una maggiore sinteticità e chiarezza dell'esposizione, si farà anche riferimento ad un indicatore aggregato (che verrà chiamato peso globale), ottenuto dalla somma dei valori percentuali suddetti (*). Questo indicatore consente di rappresentare l'effetto complessivo che deriva dalla combinazione degli effetti che si producono per le singole grandezze.

- a. Ciò che, in primo luogo, emerge è che, rispetto alla situazione al 1981, in tutti gli esperimenti effettuati si produce, in misura diversamente accentuata anche se con un'entità sostanzialmente simile, una tendenza alla diffusione delle attività socioeconomiche dalla città di Torino verso il resto del sistema (**).

In particolare, l'effetto fondamentale che in tutti gli scenari si ottiene, con l'introduzione delle politiche di trasporto, è quello di un'accentuazione della tendenza diffusiva suddetta.

Infine, gli effetti spaziali più significativi si colgono sopra tutto con riferimento alla popolazione. In questo senso, la distribuzione spaziale di questa grandezza può considerarsi quella più rilevante, e quella che maggiormente risente sia dell'impatto degli scenari, sia sopra tutto dell'impatto delle politiche di trasporto. Per le altre grandezze (posti di lavoro ed abitazioni), infatti, la disponibilità di suolo (date anche le ipotesi assunte sui suoli di progetti, cfr.: 3.5) sembra essere il principale fattore che ne determina la distribuzione spaziale (e, a questo proposito, si veda anche quanto detto in 4.3.3.).

(*) Precisamente, in un dato esperimento, il peso globale di una certa zona appartenente ad una data articolazione territoriale (secondo corone, di rettrici o le 99 zone del sistema urbano), è dato dalla somma dei valori percentuali assunti in quella zona dalla popolazione, dai posti di lavoro e dalle abitazioni.

(**) L'unica eccezione, come si vedrà anche nel seguito, è costituita dallo scenario di crescita nel quale il peso della città di Torino, in termini di posti di lavoro, tende ad aumentare.

Tabella 8 - Distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni,
al 1981 secondo corone (*)

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.117.154	494.467	446.088
	52,93	57,58	50,68
2	499.529	194.774	175.074
	23,67	22,68	19,89
3	409.131	141.403	171.462
	19,39	16,46	19,48
4	84.738	28.173	87.643
	4,01	3,28	9,96
TOTALE	2.110.552	858.817	880.267

Tabella 9 - Distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni,
al 1981 secondo direttrici (*)

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.117.154	494.467	446.088
	52,93	57,58	50,68
2	264.645	91.068	137.005
	12,54	10,60	15,56
3	131.377	47.070	65.634
	6,22	5,48	7,64
4	80.460	30.145	42.118
	3,81	3,51	4,78
5	165.225	60.068	63.572
	7,83	6,99	7,22
6	59.152	19.225	23.980
	2,80	2,24	2,72
7	147.733	51.225	53.418
	7,00	5,96	6,07
8	144.806	65.549	48.452
	6,86	7,63	5,50
TOTALE	2.110.552	858.817	880.267

(*) I valori percentuali sono calcolati sul totale di colonna.

b. Posto quanto sub. a., e passando all'analisi dei risultati per corone e direttrici, in assenza delle politiche di trasporto si può osservare quanto di seguito esposto.

b1. Con riferimento alle corone, ciò che sostanzialmente emerge è un calo dell'importanza relativa della città di Torino e della prima corona e, per conseguenza, un aumento dell'importanza delle corone più esterne (in particolare, della terza)(cfr.: tabb. 8 e 10): ciò è particolarmente evidente per la popolazione, relativamente meno per le abitazioni ed ancora meno per i posti di lavoro.

Utilizzando l'indicatore aggregato precedentemente introdotto, l'effetto di diffusione, che complessivamente si produce, è illustrato in fig. 6. Come si può trarre da detta figura, l'effetto suddetto risulta più marcato nello scenario di crescita (scenario C), mentre lo è relativamente di meno in quello di declino (scenario B). Lo scenario di evoluzione più probabile (scenario A) si colloca in posizione intermedia tra gli altri due scenari.

b2. Con riferimento alle direttrici, ciò che in tutti gli scenari fondamentalmente emerge è un aumento (con riferimento ad almeno una delle diverse grandezze) dell'importanza relativa di tutte le direttrici, escluse quelle sud e sud-ovest (rispettivamente, direttrici 7 e 8, per le quali si verifica una diminuzione)(cfr.: tabb. 9 e 11). Ciò che in questo caso è interessante notare è che, per alcune direttrici - interessate, comunque, da una variazione positiva di almeno una grandezza -, non sempre tale variazione positiva si produce per tutte le grandezze. E' questo il caso, ad esempio, della direttrice est (direttrice 5), per la quale la popolazione fa riconoscere un aumento relativamente apprezzabile, mentre i posti di lavoro e le abitazioni tendono a diminuire. Ciò è ancora più evidente per la direttrice ovest (direttrice 2), per la quale si verifica il caso opposto (diminuzione della popolazione ed aumento delle altre due grandezze): in questo caso, nello scenario di declino, l'effetto complessivo, che

Tabella 10 - Assenza delle politiche di trasporto: distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni, secondo corone, nei tre scenari (*)

Tabella 10a - Scenario di evoluzione più probabile

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.053.345 50,07	493.459 57,25	450.480 49,39
2	447.089 21,25	188.724 21,89	178.724 19,57
3	434.276 20,64	141.486 16,41	180.229 19,76
4	169.049 8,04	38.299 4,44	102.812 11,27
Totale	2.103.758	861.967	912.001

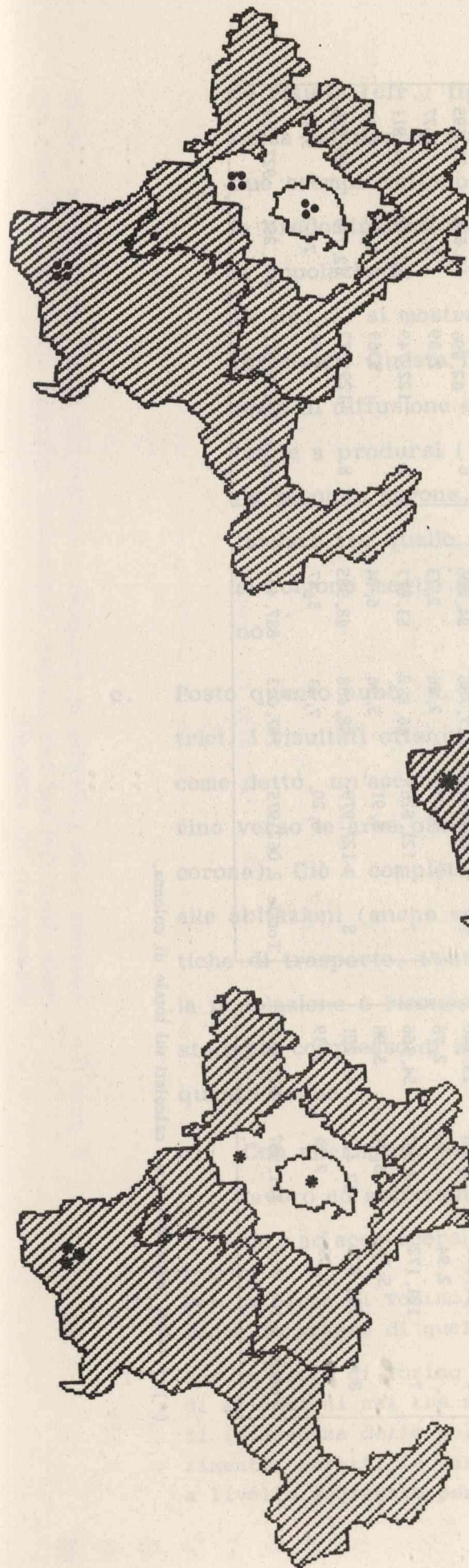
Tabella 10b - Scenario di declino

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.055.667 51,17	452.995 57,56	447.888 50,47
2	440.497 21,35	176.036 22,37	175.692 19,80
3	427.577 20,73	129.411 16,44	173.156 19,51
4	139.235 6,75	28.572 3,63	90.732 10,22
Totale	2.062.975	787.013	887.467

Tabella 10c - Scenario di crescita

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.100.307 50,48	518.029 57,99	452.388 48,80
2	458.462 21,04	190.172 21,29	180.099 19,43
3	441.373 20,25	143.780 16,10	184.431 19,89
4	179.309 8,23	41.270 4,62	110.149 11,88
Totale	2.179.631	893.251	927.067

(*) I valori percentuali sono calcolati sul totale di colonna.



6a. Scenario di evoluzione più probabile



6c. Scenario di crescita

6b. Scenario di declino

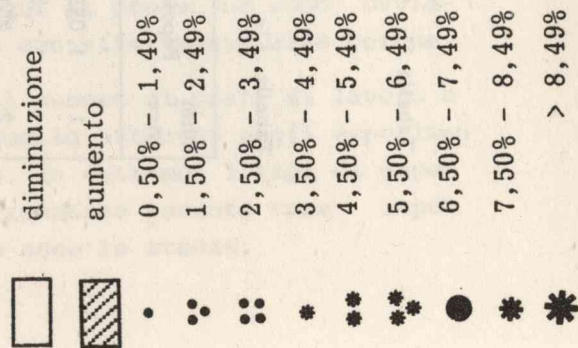


Figura 6. Assenza delle politiche di trasporto: variazione 1981-2000 del peso globale delle corone nei tre scenari

Tabella 11 - Assenza delle politiche di trasporto: distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni, secondo direttrici, nei tre scenari (*)

Tabella 11a - Scenario di evoluzione più probabile

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.053.345 50,07	493.459 57,25	450.480 49,39
2	253.310 12,04	95.248 11,05	147.831 16,21
3	150.416 7,15	49.586 5,75	71.615 7,85
4	140.313 6,67	32.765 3,80	47.381 5,20
5	195.191 9,28	59.507 6,90	65.987 7,24
6	61.805 2,94	19.291 2,24	25.140 2,76
7	121.172 5,76	49.667 5,76	54.366 5,96
8	128.207 6,09	62.445 7,24	49.201 5,39
Totale	2.103.758	861.967	912.001

Tabella 11b - Scenario di declino

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.055.667 51,17	452.995 57,56	447.888 50,47
2	240.402 11,65	84.395 10,72	139.188 15,68
3	139.093 6,74	43.704 5,55	66.824 7,53
4	123.084 5,97	28.043 3,56	43.167 4,86
5	191.445 9,21	54.739 6,96	64.031 7,22
6	63.480 3,08	17.786 2,26	24.206 2,73
7	121.826 5,91	46.882 5,96	53.577 6,04
8	127.979 6,20	58.468 7,43	48.585 5,47
Totale	2.062.975	787.013	887.467

Tabella 11c - Scenario di crescita

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	1.100.307 50,48	518.029 57,99	452.388 48,80
2	260.296 11,94	97.640 10,93	153.067 16,51
3	156.976 7,20	50.930 5,70	74.497 8,04
4	146.143 6,70	33.914 3,80	49.915 5,38
5	200.391 9,19	60.276 6,75	67.137 7,24
6	62.896 2,89	19.608 2,20	25.695 2,77
7	122.749 5,63	50.058 5,60	54.811 5,91
8	129.872 5,96	62.797 70,3	49.556 5,37
Totale	2.179.631	893.251	927.067

(*) I valori percentuali sono calcolati sul totale di colonna.

ne risulta (cfr.: fig. 7b), è una diminuzione globale dell'importanza relativa di questa direttrice. Si noti, per inciso, che questi due esempi mettono in luce quanto precedentemente osservato sulla predominanza dell'effetto spaziale indotto dalla distribuzione della popolazione.

In fig. 7, si mostra la variazione 1981-2000 del peso globale delle direttrici. Questa figura evidenzia le direzioni lungo le quali l'effetto di diffusione esaminato in sub. b1., con riferimento alle corone, tende a prodursi (*). In questo caso, rispetto all'articolazione secondo corone, le differenze relative, tra gli scenari (in particolare, tra quello di evoluzione più probabile e quello di crescita), si colgono meglio guardando le variazioni negative che si producono.

c. Posto quanto subb. a. e b. ed esaminando, sempre per corone e direttrici, i risultati ottenuti introducendo le politiche di trasporto, emerge, come detto, un'accentuazione del processo di diffusione dalla città di Torino verso le aree più esterne del sistema (in particolare, della terza corona). Ciò è completamente vero con riferimento ai posti di lavoro ed alle abitazioni (anche se, rispetto agli esperimenti in assenza delle politiche di trasporto, l'entità delle variazioni è assai modesta), mentre per la popolazione è riconoscibile, in una qualche misura, un effetto opposto, e più complesso, di relativa concentrazione. Precisamente, si rileva quanto segue.

c1. Con riferimento alle corone, l'importanza relativa, in termini di posti di lavoro ed abitazioni, tende a diminuire ulteriormente nella prima corona e ad accrescersi ulteriormente nelle altre due (cfr.: tabb. 8, 10 e 12)(**).

(*) Per la città di Torino, le variazioni che qui si producono sono ovviamente le stesse di quelle che si ottengono con riferimento alle corone.

(**) Per la città di Torino nel suo complesso, il numero di posti di lavoro e di abitazioni nei tre scenari è uguale a quello ottenuto negli esperimenti in assenza delle politiche di trasporto. In entrambi i tipi di esperimenti, infatti, le variazioni di queste grandezze assunte come input a livello aggregato per la città di Torino sono le stesse.

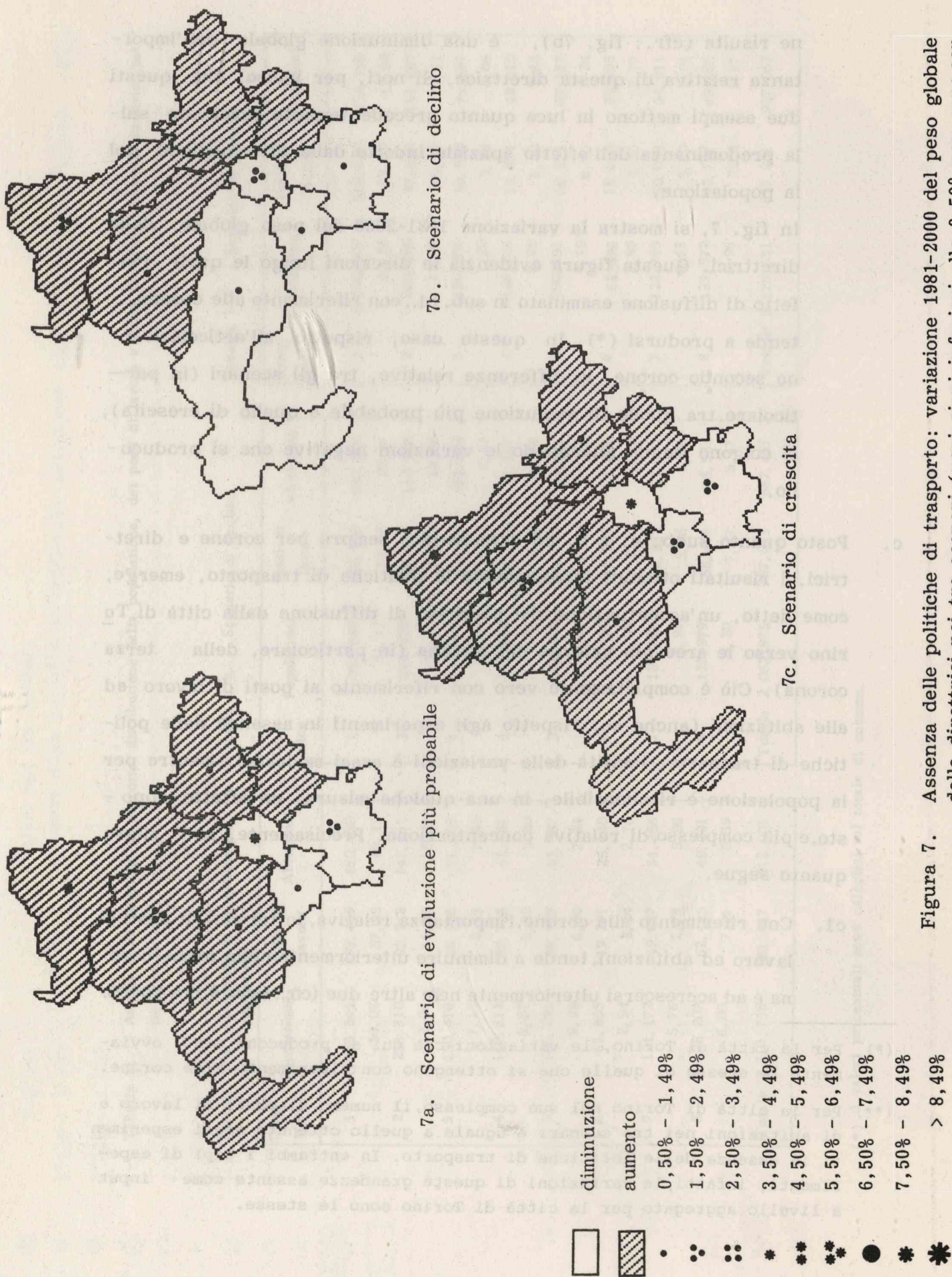


Figura 7. Assenza delle politiche di trasporto: variazione 1981-2000 del peso globale delle direttrici nei tre scenari (variazioni inferiori allo 0,50% non sono contrassegnate da simboli)

Tabella 12 - Presenza delle politiche di trasporto: distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni, secondo corone, nei tre scenari (*)

Tabella 12a - Scenario di evoluzione più probabile

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	922, 089 43, 83	493, 459 57, 25	450, 480 49, 39
2	527, 053 25, 05	188, 600 21, 88	178, 224 19, 54
3	499, 667 23, 75	141, 257 16, 39	179, 924 19, 73
4	154, 949 7, 37	38, 651 4, 48	103, 373 11, 33
Totale	2, 103, 758	861, 967	912, 001

Tabella 12b - Scenario di declino

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	929, 584 45, 06	452, 995 57, 56	447, 888 50, 47
2	510, 251 24, 73	175, 993 22, 36	175, 638 19, 79
3	484, 436 23, 48	129, 362 16, 44	173, 091 19, 50
4	138, 704 6, 72	28, 662 3, 64	90, 850 10, 24
Totale	2, 062, 975	787, 013	887, 467

Tabella 12c - Scenario di crescita

Corona	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	957, 956 43, 95	518, 029 57, 99	452, 388 48, 80
2	547, 734 25, 13	190, 024 21, 27	179, 719 19, 39
3	514, 106 23, 59	143, 503 16, 07	183, 978 19, 85
4	159, 835 7, 33	41, 695 4, 67	110, 981 11, 97
Totale	2, 179, 631	893, 251	927, 067

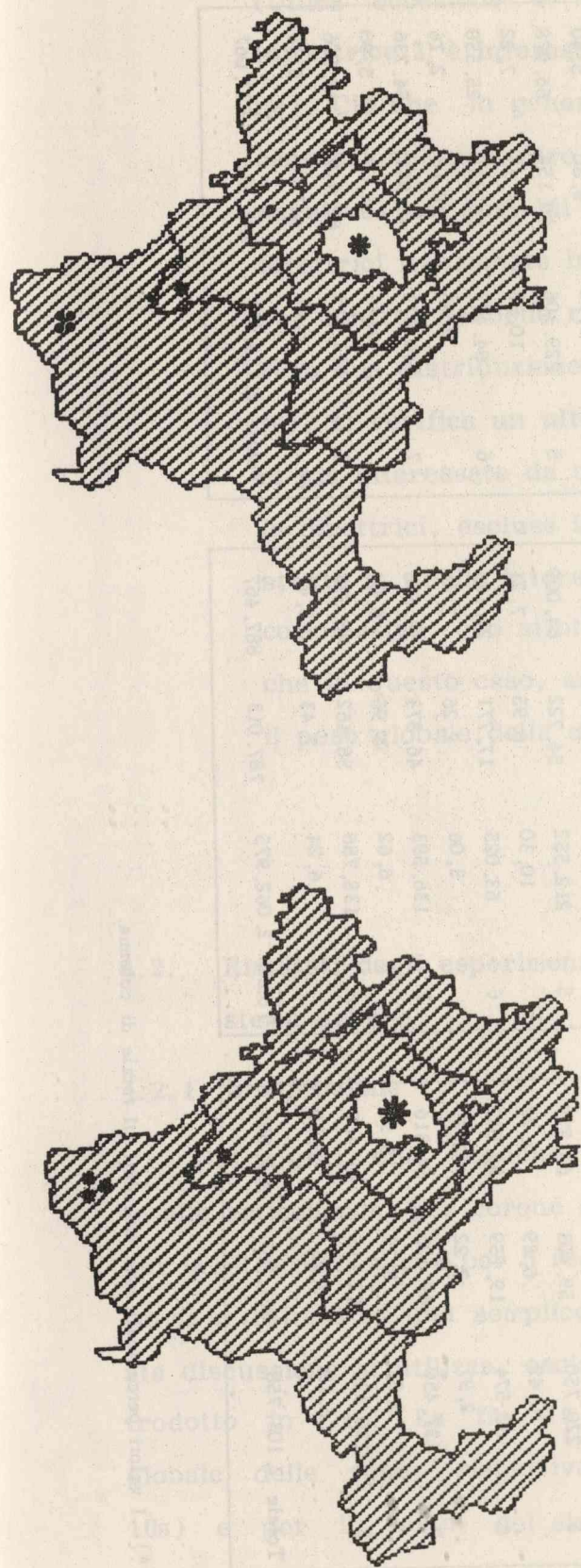
(*) I valori percentuali sono calcolati sul totale di colonna.

In termini di popolazione, invece, diversamente dagli esperimenti in assenza delle politiche di trasporto trattati in sub.b1., il calo relativo della città di Torino diventa più marcato, l'importanza relativa aumenta nella prima corona e, pur continuando ad accrescersi nelle altre due, risulta maggiormente accentuata nella seconda corona che non nella terza (in quest'ultima corona, si noti, tale aumento è meno consistente di quello ottenuto negli esperimenti in assenza delle politiche di trasporto).

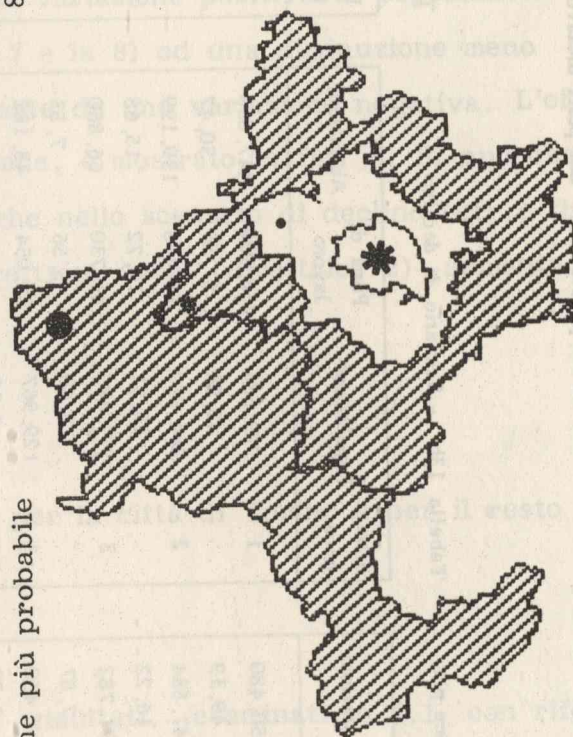
L'effetto complessivo, che risulta dalle suddette distribuzioni spaziali delle grandezze, è illustrato in fig. 8. Anche in questo caso, in tutti gli scenari, la distribuzione spaziale della popolazione è predominante e produce una variazione positiva del peso globale della prima corona, un'accentuazione dell'aumento del peso della seconda corona, un accrescimento meno marcato del peso della terza.

L'eccezione che è interessante rilevare è che, nello scenario di crescita (cfr.: fig. 8c), il peso globale della prima corona tende, come negli esperimenti di cui in sub. b1., a diminuire. In questo scenario dunque, per la prima corona, l'effetto negativo prodotto dalle variazioni dei posti di lavoro e delle abitazioni predomina su quello positivo prodotto dalla popolazione. Su questo risultato, sopra tutto sulle ragioni che possono spiegare le diversità dei comportamenti che per le tre corone si ottengono nei tre scenari, ci si soffermerà più avanti (cfr.: 4.3.3.).

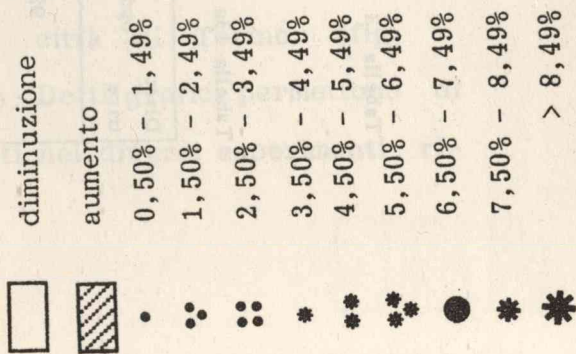
- c2. Da un punto di vista qualitativo, i risultati ottenuti con riferimento alle direttrici sono sostanzialmente analoghi a quelli che si producono in assenza delle politiche di trasporto (cfr.: sub.b2.), e in questo senso, ai fini dell'analisi generale, offrono meno spunti di discussione di quelli che si possono trarre esaminando l'articolazione per corone (cfr.: sub.c1.). Le distribuzioni delle grandezze, che si producono in questo caso, risultano, come detto, qualitativamente simili a quelle esaminate in sub. b2. (cfr.: tabb. 9, 11 e 13).



8a. Scenario di evoluzione più probabile



8b. Scenario di declino



8c. Scenario di crescita

Figura 8. Presenza delle politiche di trasporto: variazione 1981-2000 del peso globale delle corone (variazioni inferiori allo 0,50% non sono contrassegnate da simboli)

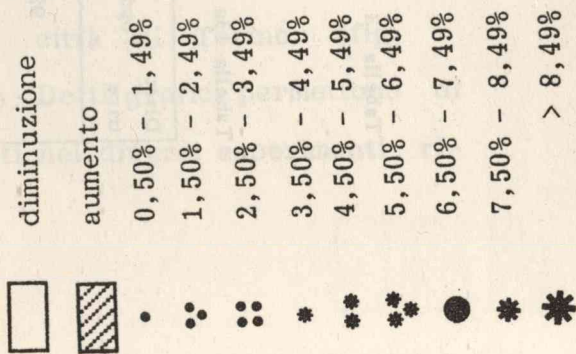


Tabella 13 - Presenza delle politiche di trasporto: distribuzione della popolazione, dei posti di lavoro e delle abitazioni, secondo direttrici, nei tre scenari (*)

Tabella 13a - Scenario di evoluzione più probabile

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	922,089	493,459	450,480
	43,83	57,25	49,39
2	296,855	95,402	147,884
	14,11	11,07	16,22
3	189,924	49,857	71,782
	8,99	5,78	7,87
4	144,698	32,767	47,450
	6,88	3,80	5,20
5	220,750	59,403	65,879
	10,49	6,89	7,22
6	62,574	19,159	25,042
	2,97	2,22	2,75
7	137,450	49,605	54,316
	6,53	5,75	5,96
8	130,320	62,316	49,167
	6,19	7,23	5,39
Totale	2.103.758	861.967	912.001

Tabella 13b - Scenario di declino

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	929,584	452,995	447,888
	45,06	57,56	50,47
2	284,989	84,405	139,199
	13,81	10,72	15,68
3	177,479	43,730	66,860
	8,60	5,56	7,53
4	129,967	28,054	43,182
	6,30	3,56	4,87
5	212,552	54,722	64,009
	10,30	6,95	7,21
6	63,025	17,771	24,186
	3,06	2,26	2,73
7	136,593	46,873	53,566
	6,62	5,96	6,04
8	138,786	58,462	48,578
	6,24	7,43	5,47
Totale	2.062,975	787,013	887,467

Tabella 13c - Scenario di crescita

Direttrice	Popolazione	Posti di lavoro	Abitazioni
1	957,956	518,029	452,388
	43,95	57,99	48,80
2	305,795	97,815	153,147
	14,03	10,95	16,52
3	198,180	51,254	74,745
	9,09	5,74	8,06
4	150,369	33,917	50,017
	6,90	3,80	5,40
5	229,306	60,154	66,978
	10,52	6,73	7,22
6	64,437	19,451	25,550
	2,96	2,18	2,76
7	140,373	49,983	54,736
	6,44	5,60	5,90
8	133,215	62,649	49,506
	6,11	7,01	5,34
Totale	2.179,631	893,251	927,067

(*) I valori percentuali sono calcolati sul totale di colonna.

(Unica eccezione è che, in questo caso, anche la direttrice ovest (direttrice 2) è interessata da una variazione positiva di popolazione). Ciò che in generale si verifica, in tutti gli scenari, è un'accentuazione, per altro assai modesta, delle variazioni (sia positive sia negative) dei posti di lavoro e delle abitazioni già osservate per le direttrici menzionate in sub. b2. Con riferimento alla popolazione, per contro, sebbene rispetto a quanto in sub. b2. in tutti gli scenari la sua distribuzione non cambi (con l'unica eccezione sopra detta), si verifica un ulteriore incremento apprezzabile nelle direttrici già interessate da una variazione positiva di popolazione (tutte le direttrici, escluse la 7 e la 8) ed una diminuzione meno consistente in quelle interessate da una variazione negativa. L'effetto complessivo, che si ottiene, è mostrato in fig. 9. Si può osservare che in questo caso, anche nello scenario di declino (cfr.: fig. 9b), il peso globale della direttrice ovest (direttrice 2) aumenta.

4.2. Risultati degli esperimenti per la città di Torino e per il resto del sistema urbano

4.2.1. Introduzione

Nei punti che seguono, i risultati, esaminati in 4.1. con riferimento alle articolazioni per corone e direttrici, vengono ulteriormente illustrati per la città di Torino e per il resto del sistema urbano, anche se per quest'ultimo ci si limiterà ad una semplice presentazione grafica. Per semplicità, in questa discussione si utilizza, esclusivamente, l'indicatore aggregato di zona introdotto in 4.1.. La fig. 10 mostra la distribuzione al 1981 del peso globale delle zone, rispettivamente, per la città di Torino (fig. 10a) e per il resto del sistema (fig. 10 b). Detti grafici permettono di confrontare visivamente i risultati zionali ottenuti nei diversi esperimenti ri-

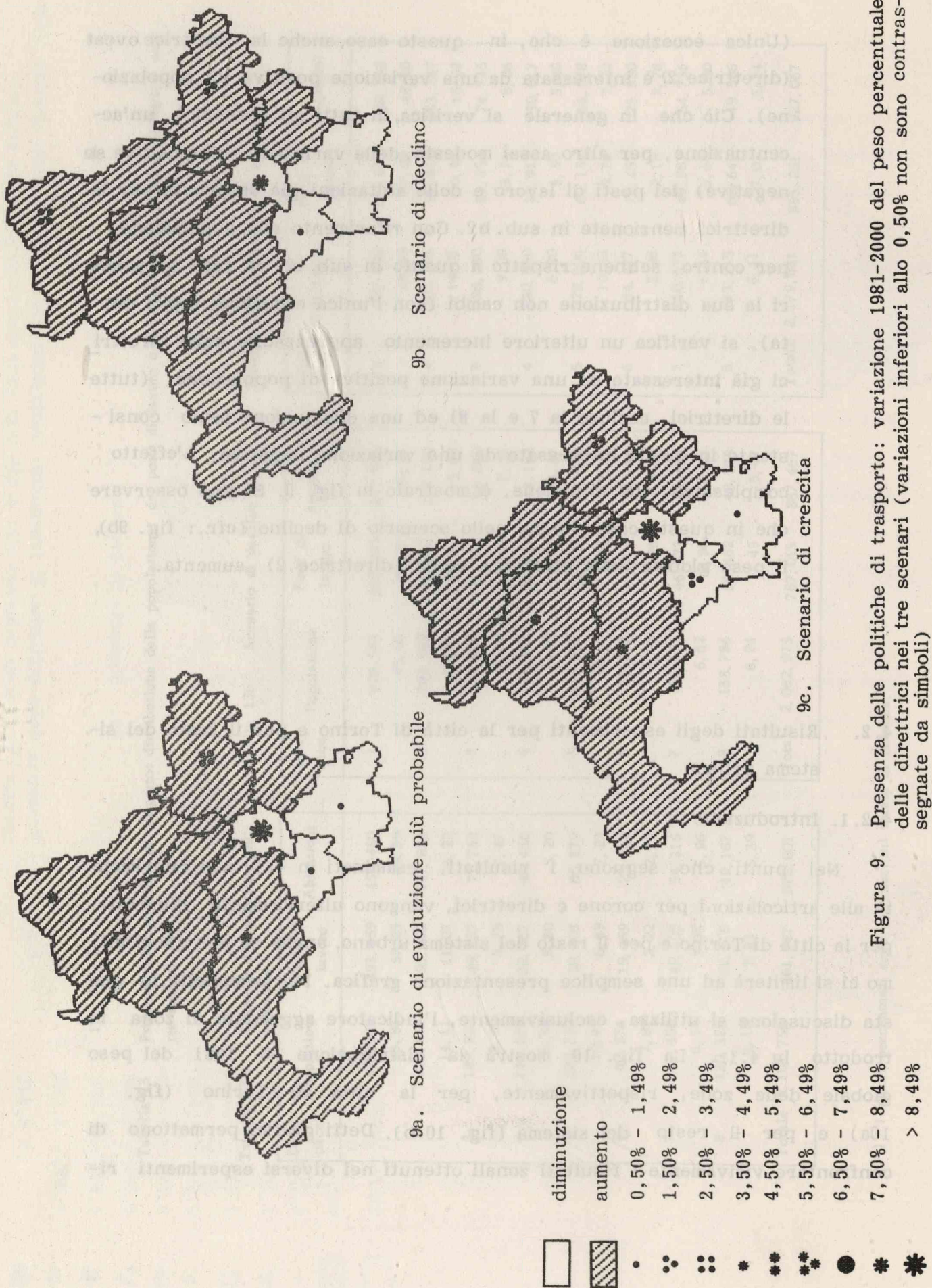
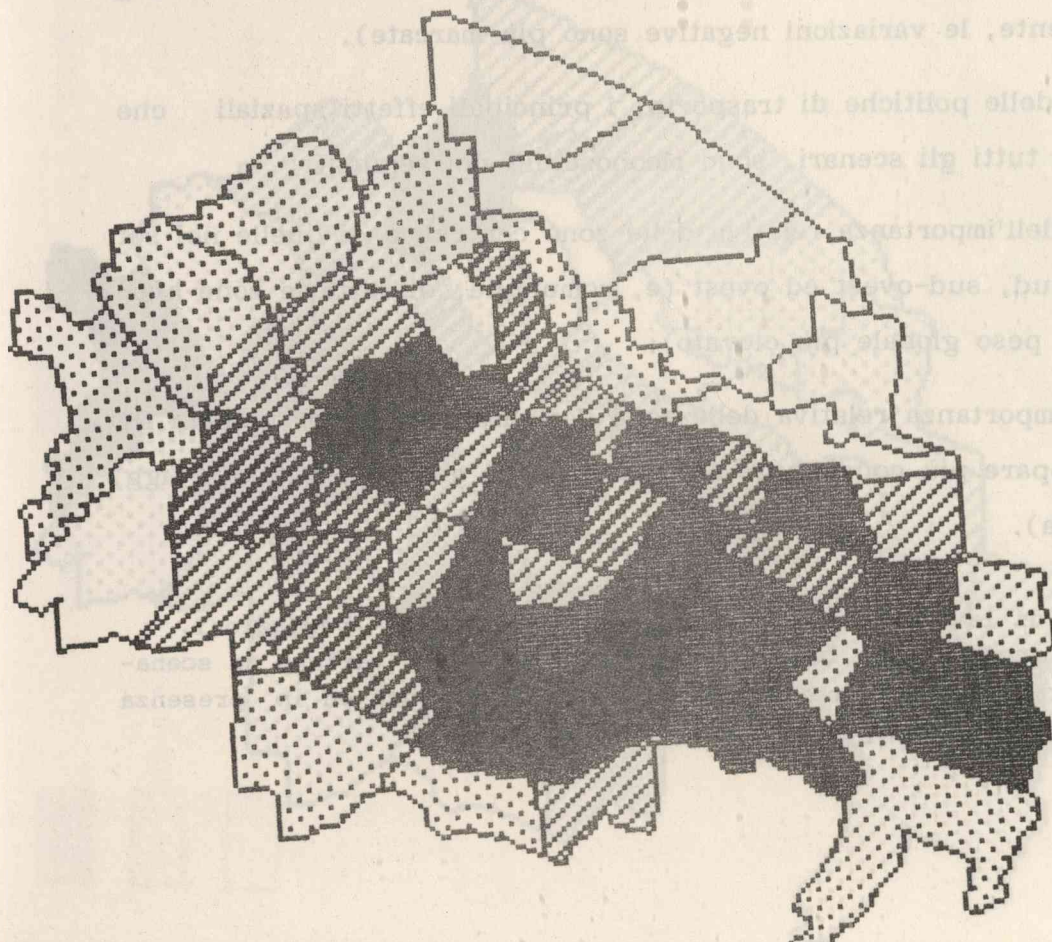
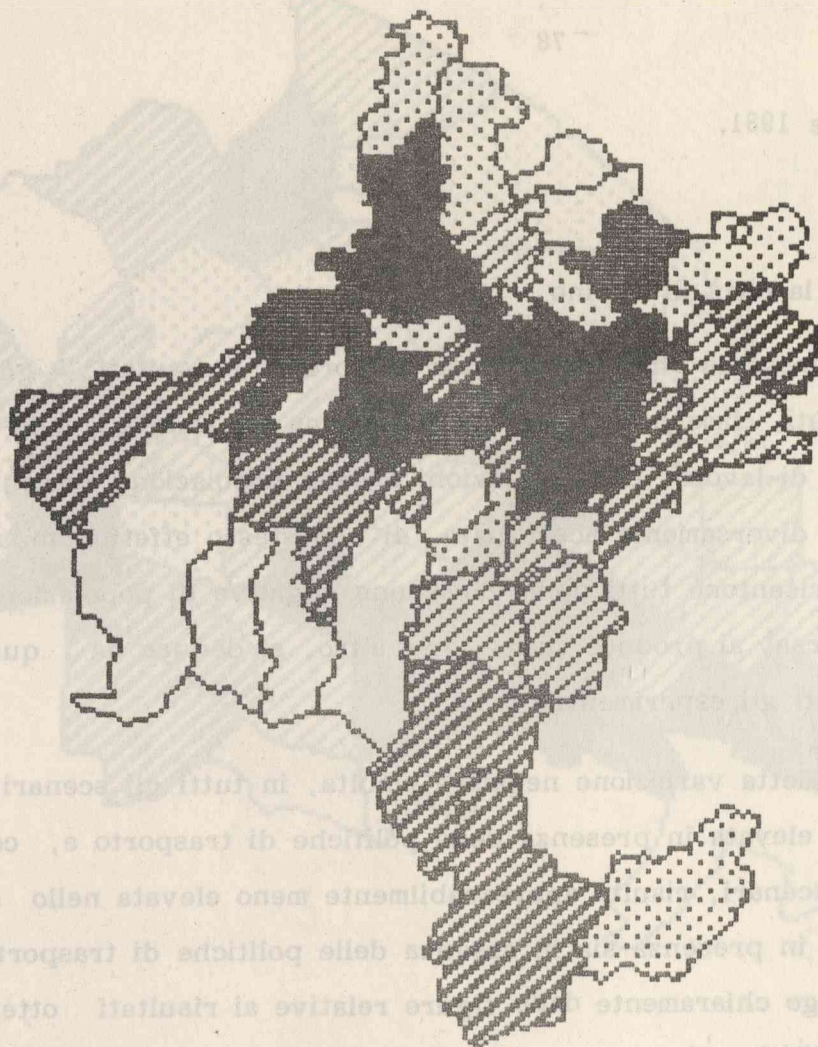
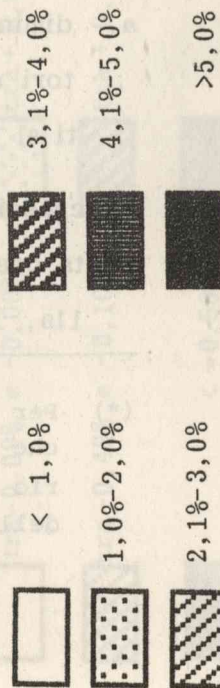


Figura 9. Presenza delle politiche di trasporto: variazione 1981-2000 del peso percentuale delle direttrici nei tre scenari (variazioni inferiori allo 0,50% non sono contrassegnate da simboli)



10a. Città di Torino



10b. Resto del sistema

Figura 10. Situazione al 1981: peso globale delle zone della città di Torino e del resto del sistema

spetto alla situazione 1981.

4.2.2. Risultati per la città di Torino

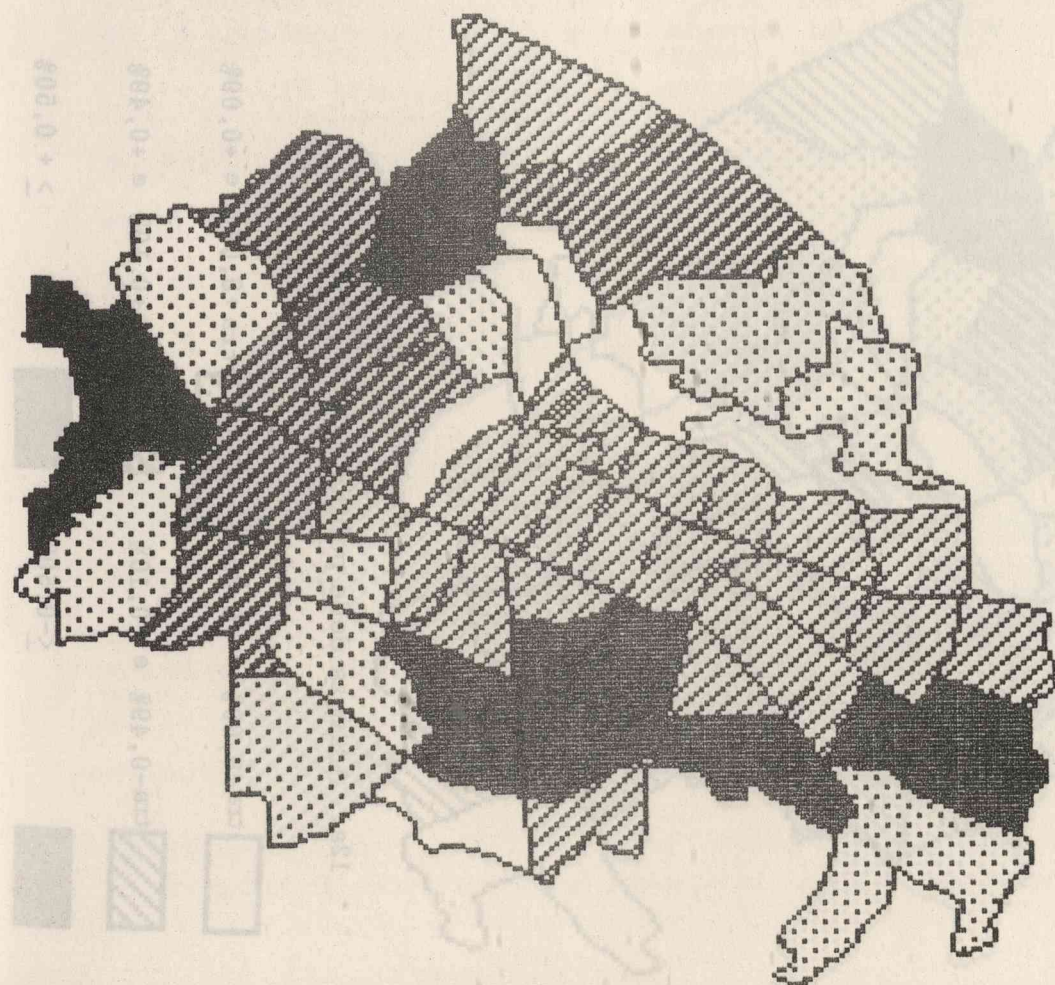
E' bene tener presente che, per la città di Torino, i risultati globali qui discussi - ottenuti, come detto, dalla combinazione dei risultati delle distribuzioni dei posti di lavoro, delle abitazioni e della popolazione - risentono tutti, pur in misura diversamente accentuata, di uno stesso effetto fondamentale. Precisamente, risentono tutti della variazione negativa di popolazione che, con entità diversa, si produce (come, per altro, si deduce da quanto detto in 4.1.) in tutti gli esperimenti (*).

In particolare, detta variazione negativa risulta, in tutti gli scenari, significativamente più elevata in presenza delle politiche di trasporto e, confrontando i diversi scenari, risulta apprezzabilmente meno elevata nello scenario di declino (sia in presenza sia in assenza delle politiche di trasporto). (Ciò, peraltro, emerge chiaramente dalle figure relative ai risultati ottenuti in presenza delle politiche di trasporto; cfr.: figg. 11b, 12b e 13b, nelle quali, complessivamente, le variazioni negative sono più marcate).

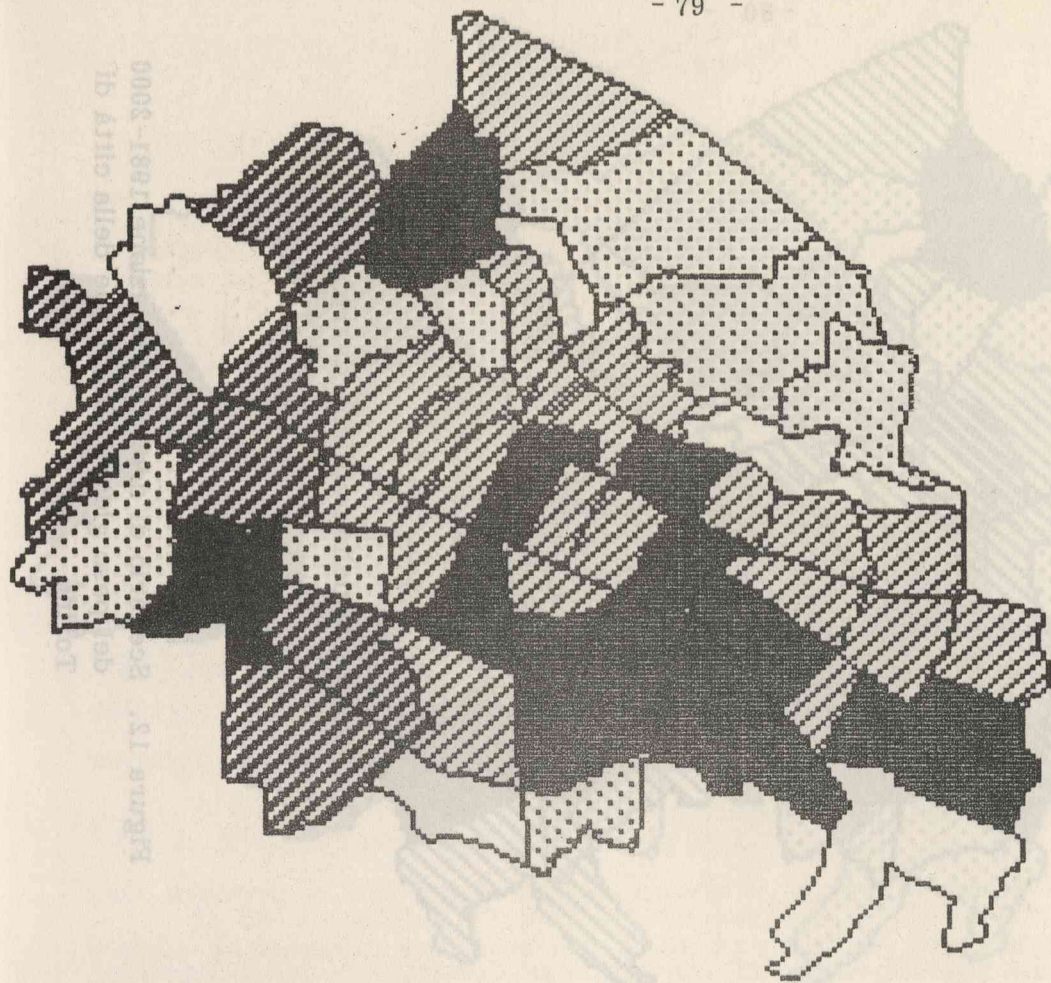
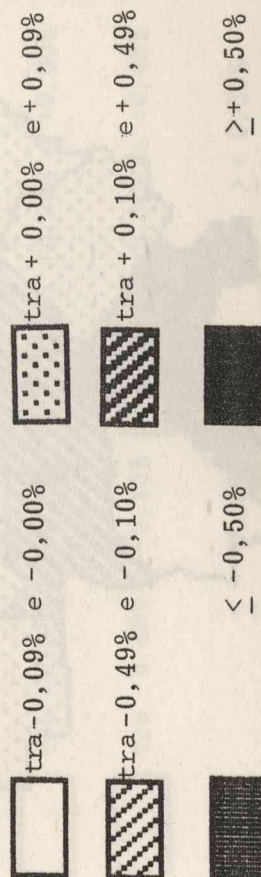
In assenza delle politiche di trasporto, i principali effetti spaziali che si producono, in tutti gli scenari, sono riconoscibili nei seguenti:

- a. diminuzione dell'importanza relativa delle zone centrali e di quelle nei settori urbani sud, sud-ovest ed ovest (e, comunque, di tutte le zone aventi al 1981 un peso globale più elevato);
- b. crescita dell'importanza relativa delle zone dei rimanenti settori urbani. Detta crescita appare più consistente nei settori nord e nord-est (cfr.: figg. 11a, 12a e 13a).

(*) Per i posti di lavoro e le abitazioni, infatti, le variazioni, che si ottengono per la città nel suo complesso, variano da scenario a scenario, ma, per uno stesso scenario, in assenza ed in presenza delle politiche di trasporto, rimangono costanti.

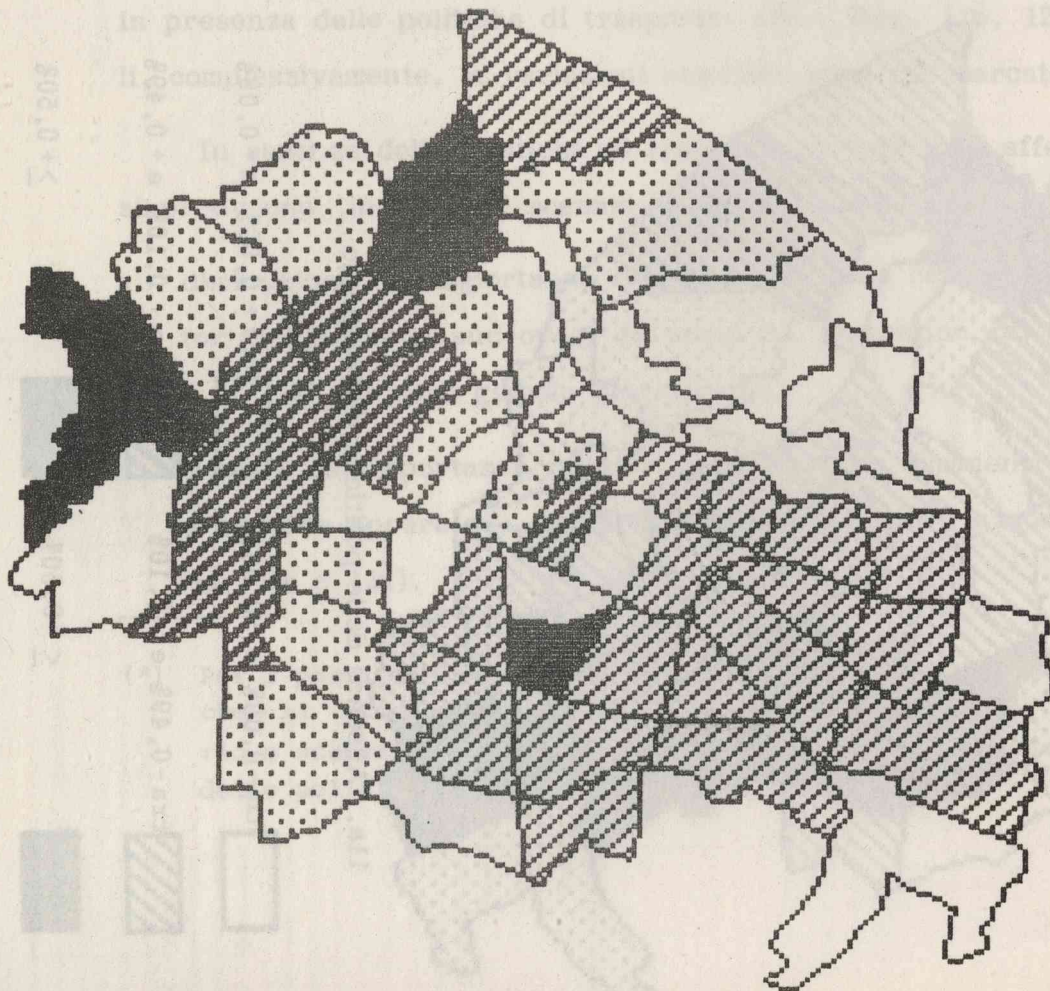


11a. Assenza delle politiche di trasporto

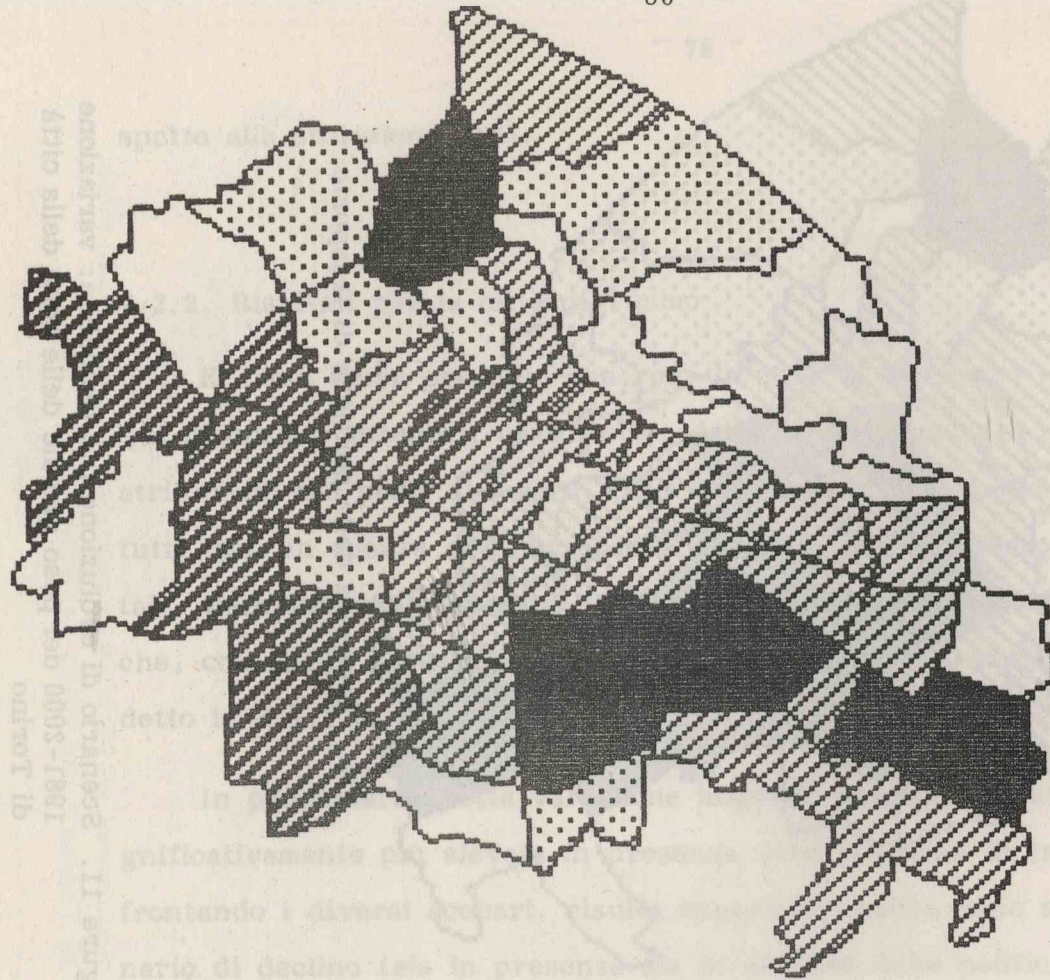


11b. Presenza delle politiche di trasporto

Figura 11. Scenario di evoluzione più probabile: variazione 1981-2000 del peso globale delle zone della città di Torino



12a. Assenza delle politiche di trasporto



12b. Presenza delle politiche di trasporto

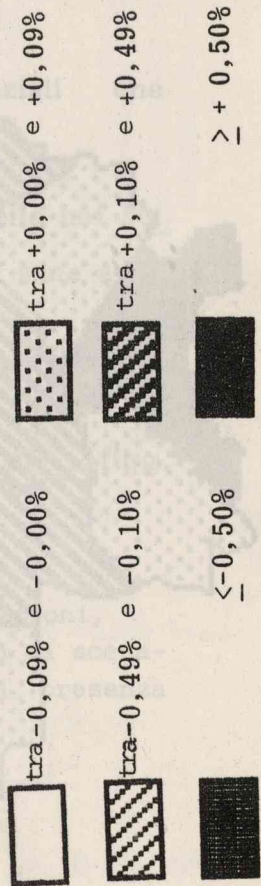
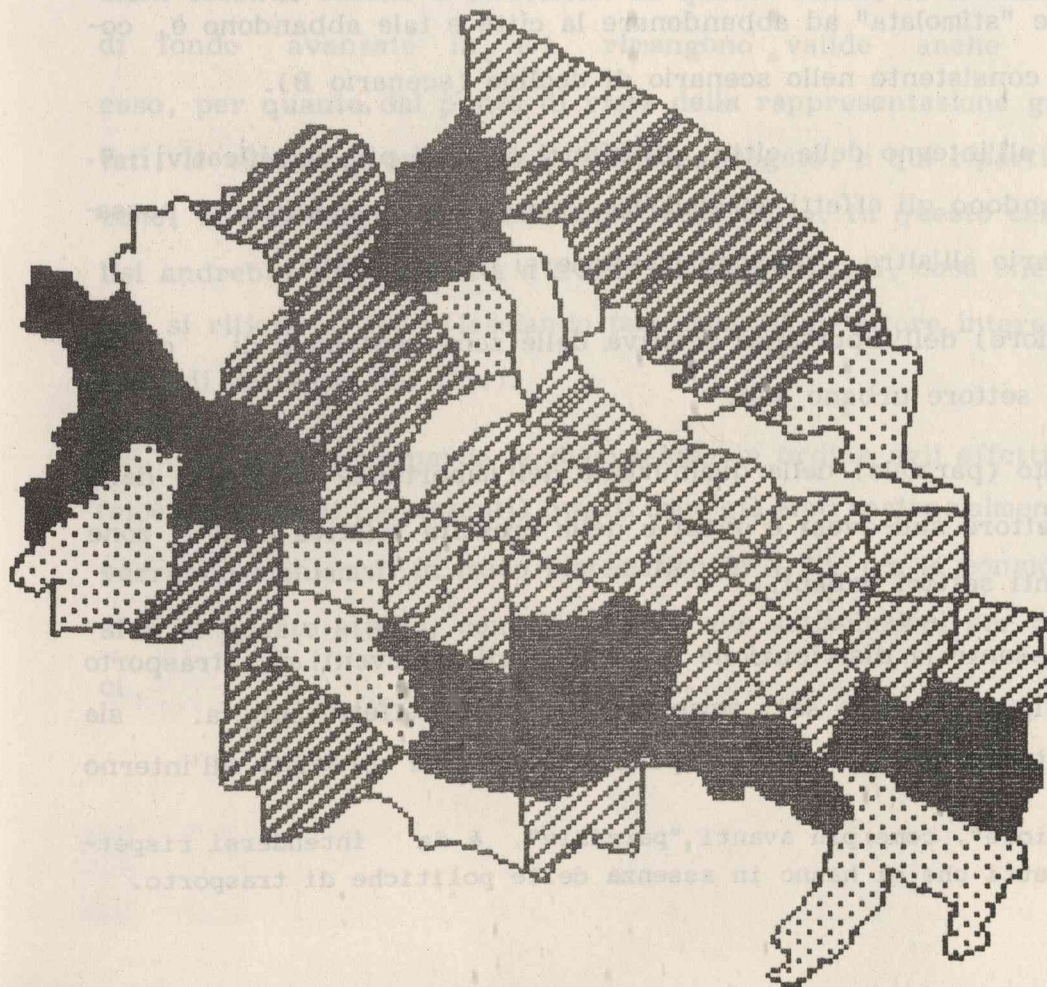
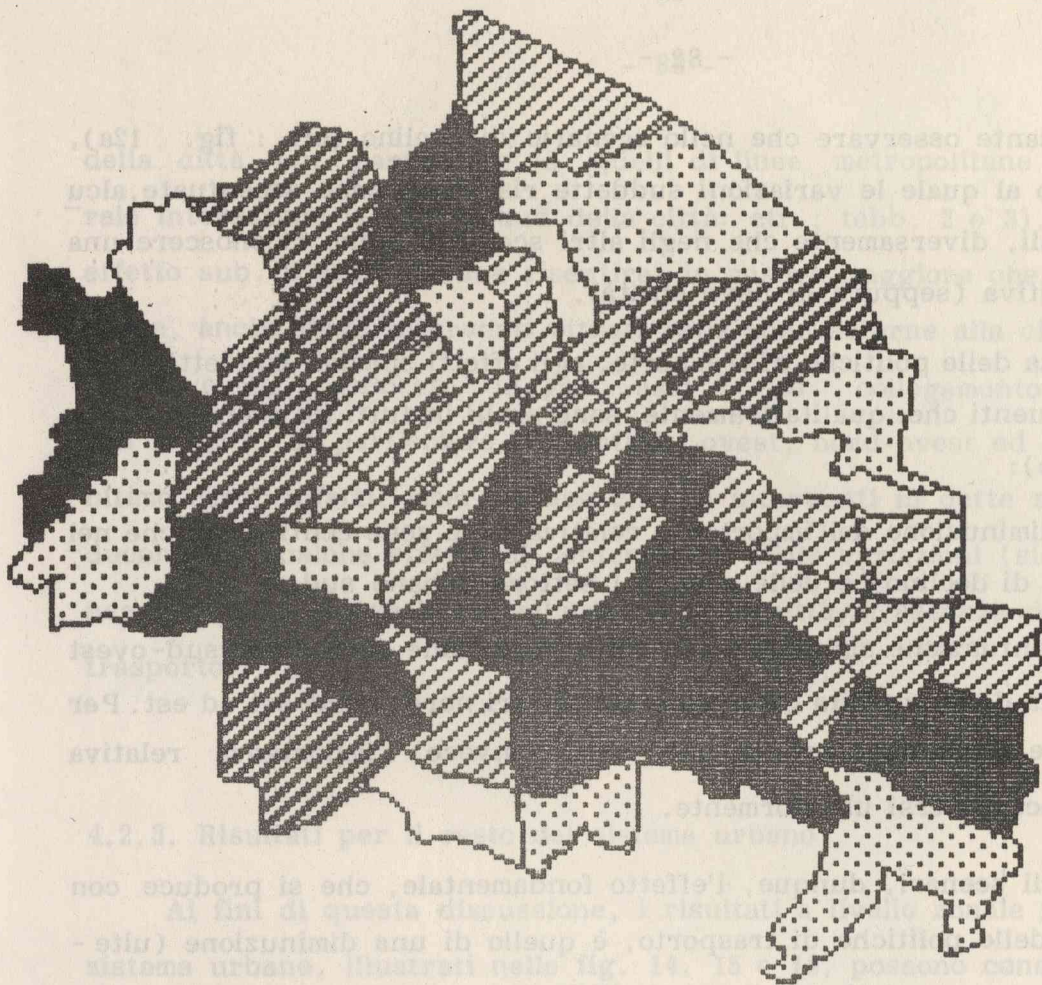
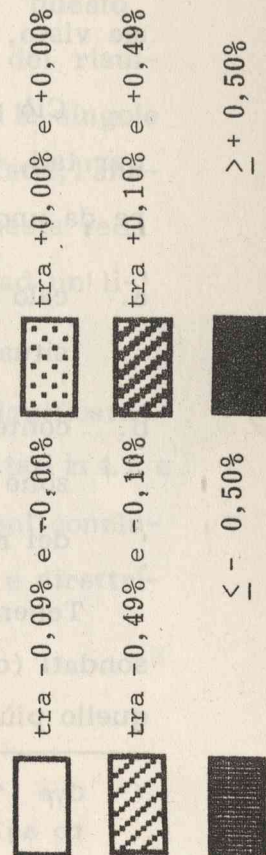


Figura 12. Scenario di declino: variazione 1981-2000 del peso globale delle zone della città di Torino



13a. Assenza delle politiche di trasporto



13b. Presenza delle politiche di trasporto

Figura 13. Scenario di crescita: variazione 1981-2000 del peso globale delle zone della città di Torino

E' interessante osservare che nello scenario di declino (cfr.: fig. 12a), con riferimento al quale le variazioni suddette risultano meno accentuate, alcune zone centrali, diversamente che negli altri scenari, fanno riconoscere una variazione positiva (seppure di lieve entità).

In presenza delle politiche di trasporto, agli effetti spaziali suddetti si aggiungono i seguenti che, qualitativamente, sono simili in tutti gli scenari (cfr.: 11b, 12b e 13b):

- a. ulteriore diminuzione dell'importanza relativa delle zone centrali (anche nello scenario di declino) e delle zone del settore urbano sud;
- b. minore accentuazione sia della diminuzione delle zone del settore sud-ovest ed ovest sia della crescita delle zone dei settori nord, nord-est ed est. Per alcune zone del settore urbano nord-ovest, invece, l'importanza relativa tende ad accrescersi ulteriormente.

In tutti gli scenari, dunque, l'effetto fondamentale, che si produce con l'introduzione delle politiche di trasporto, è quello di una diminuzione (ulteriore) dell'importanza relativa della città di Torino, rispetto al complesso del sistema urbano (*). Ciò indicherebbe, in particolare, che la popolazione viene maggiormente "stimolata" ad abbandonare la città e tale abbandono è, come visto, meno consistente nello scenario di declino (scenario B).

Ciò posto, all'interno della città, gli effetti spaziali più significativi - e, per tali, si intendono gli effetti spaziali che, comunque, persistono al passare da uno scenario all'altro - possono riassumersi nei seguenti:

- a. calo (ulteriore) dell'importanza relativa delle zone centrali e di quelle situate nel settore urbano sud;
- b. contenimento (parziale) della diminuzione dell'importanza relativa delle zone del settore sud-ovest e ovest e della crescita relativa delle zone dei rimanenti settori urbani.

Tenendo presente la distribuzione spaziale degli interventi di trasporto sondati (cfr.: figg. 2a, 3a e 4a), sembrerebbe che l'effetto sub. a. sia quello più direttamente connesso agli specifici interventi previsti all'interno

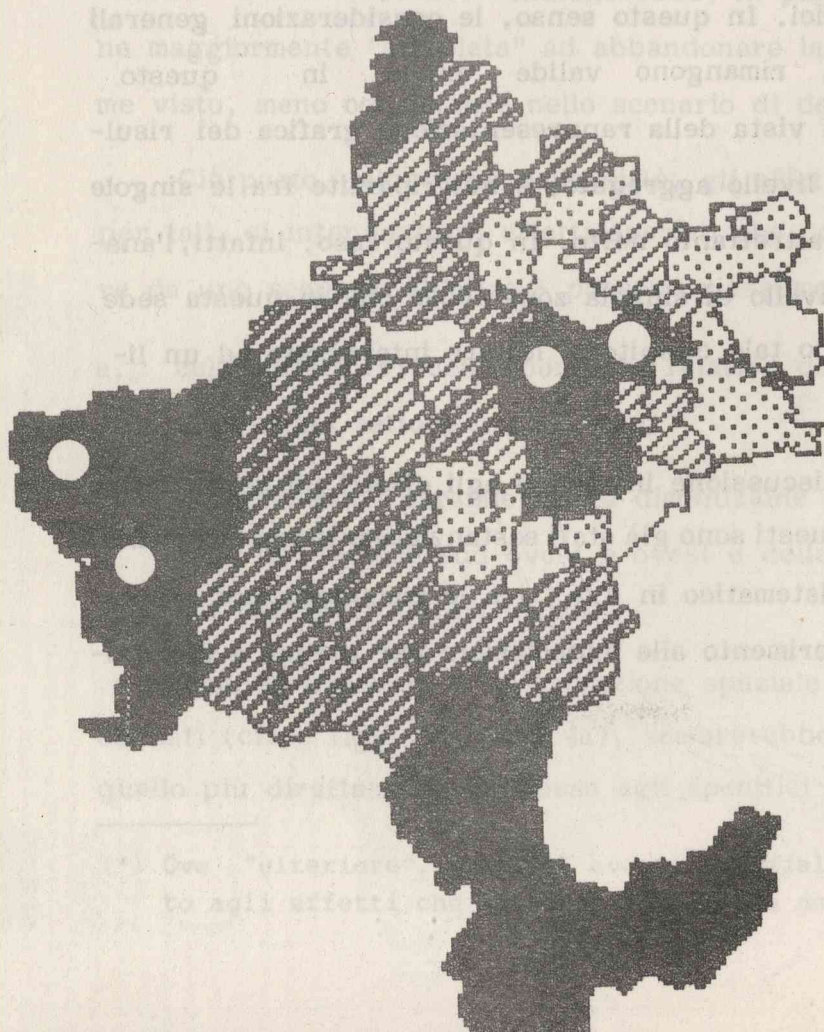
(*) Ove "ulteriore", come più avanti "parziale", è da intendersi rispetto agli effetti che si hanno in assenza delle politiche di trasporto.

della città (in particolare, a quelli di linee metropolitane che in generale interessano le zone a sud della città, cfr.: tabb. 2 e 3). Per contro, l'effetto sub. b sembrerebbe risentire, in misura maggiore che non il precedente, anche degli interventi situati nelle zone esterne alla città (cfr.: figg. 2b, 3b e 4b), collocate lungo assi di collegamento diretto con la città (in particolare, le direttrici ovest, nord-ovest ed est). In quest'ultimo caso, infatti, emergerebbe che gli interventi in dette zone esterne producono un qualche effetto di contenimento delle variazioni (sia positive sia negative) che si avrebbero all'interno della città, in assenza delle politiche di trasporto.

4.2.3. Risultati per il resto del sistema urbano

Ai fini di questa discussione, i risultati a livello zonale per il resto del sistema urbano, illustrati nelle fig. 14, 15 e 16, possono considerarsi come somma dei risultati (ossia, degli effetti) ottenuti con riferimento alle articolazioni secondo corone e direttrici. In questo senso, le considerazioni generali di fondo avanzate in 4.1. rimangono valide anche in questo caso, per quanto, dal punto di vista della rappresentazione grafica dei risultati, le variazioni osservate a livello aggregato, e qui ripartite fra le singole zone, non si colgono in modo altrettanto netto. In questo caso, infatti, l'analisi andrebbe approfondita a livello di singola zona, cosa che in questa sede non si ritiene di fare (lasciando tale compito al lettore interessato ad un livello di dettaglio più fine).

Per quanto riguarda la discussione in ordine agli effetti più significativi (cioè, agli effetti persistenti), questi sono già stati sostanzialmente trattati in 4.1. e verranno richiamati in modo sistematico in 4.3., tra le considerazioni conclusive di questo studio, con riferimento alle articolazioni per corone e direttrici.



14a. Assenza delle politiche di trasporto

tra -0,09% e -0,00%

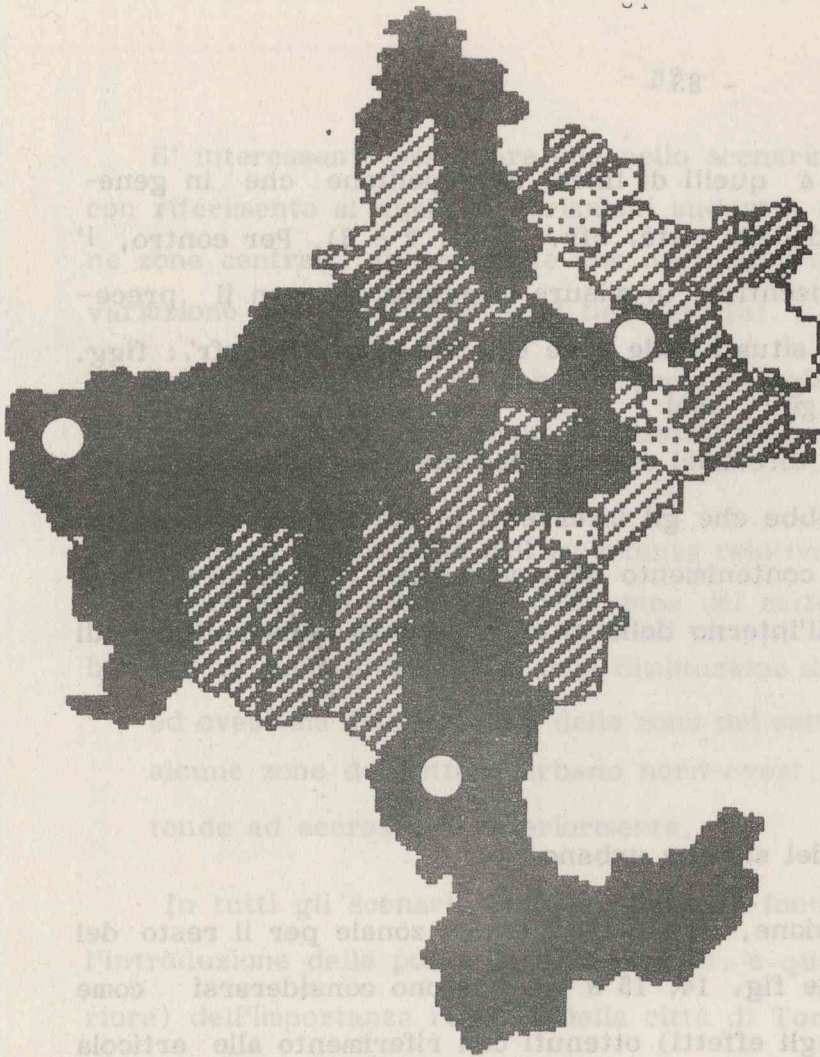
tra -0,49% e -0,10%

≤ -0,50%

tra +0,00% e +0,09%

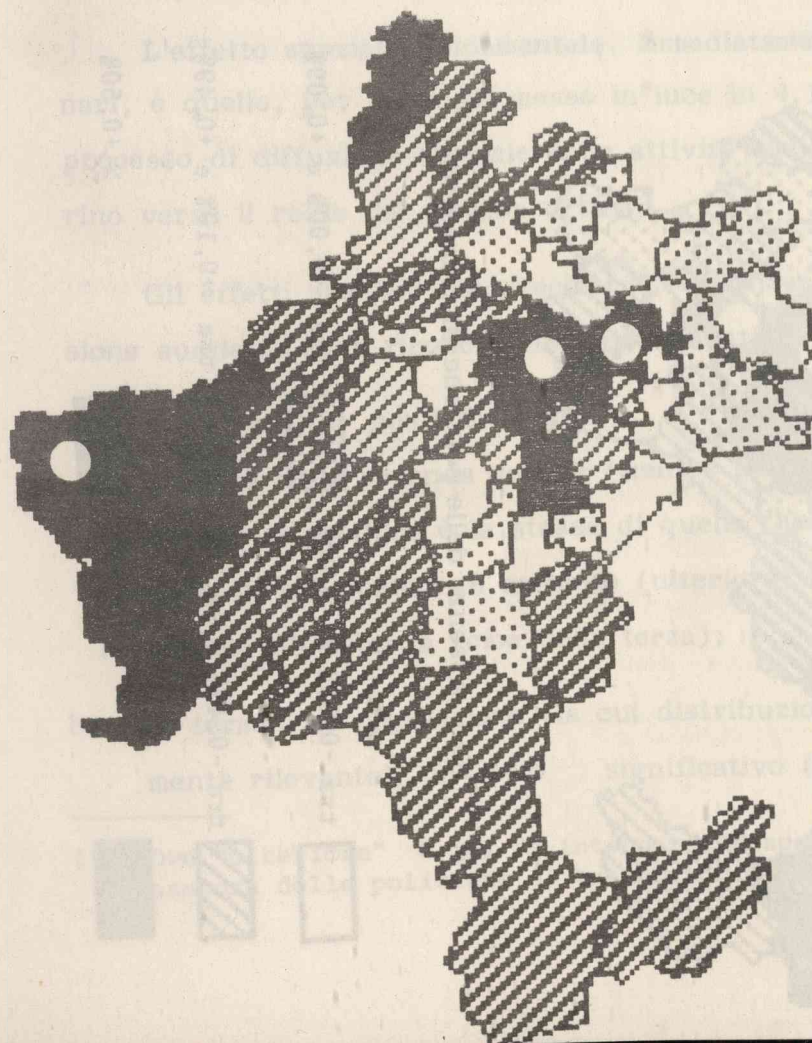
tra +0,10% e +0,49%

> +0,50%

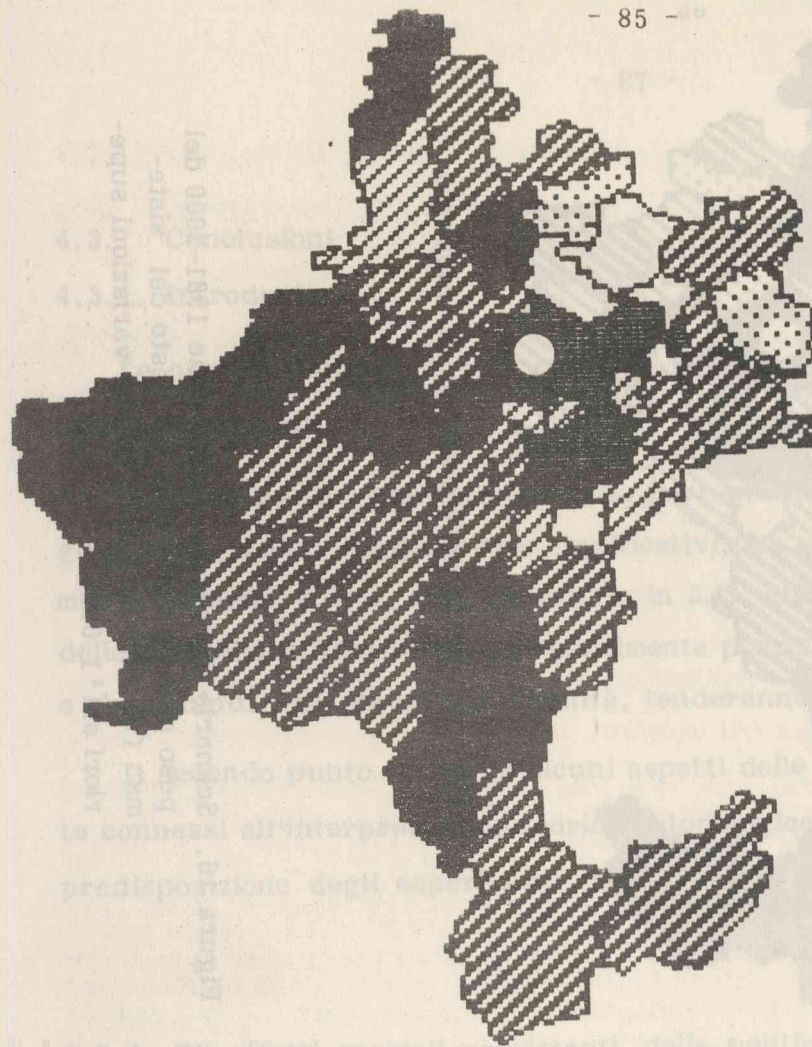
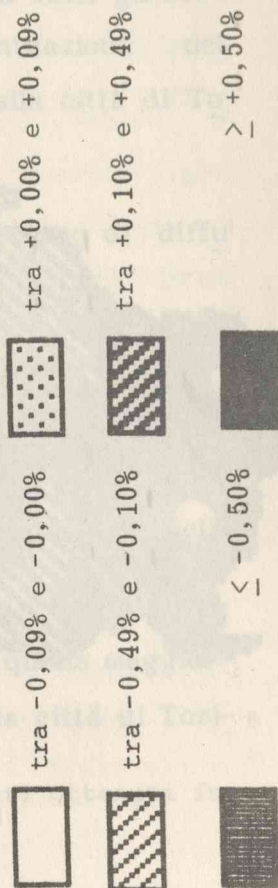


14b. Presenza delle politiche di trasporto

Figura 14. Scenario di evoluzione più probabile: variazione 1981-2000 del peso globale delle zone del resto del sistema (il circolo bianco indica variazioni superiori all'1,00%)

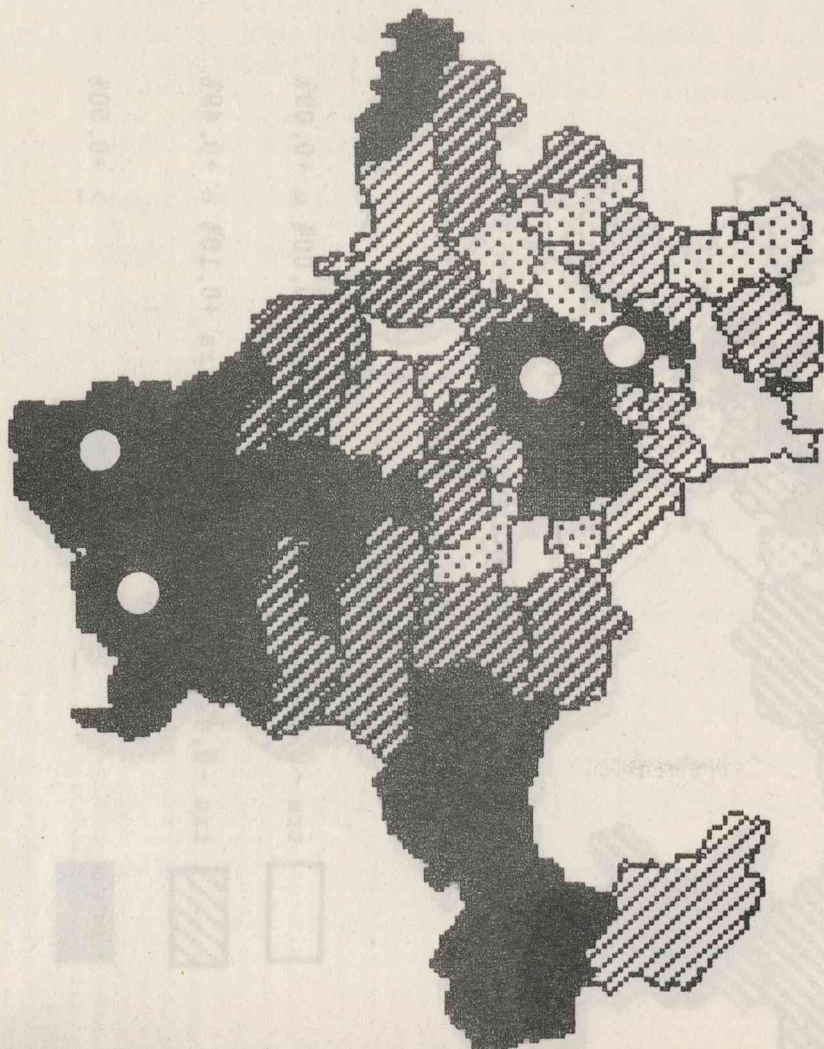


15a. Assenza delle politiche di trasporto

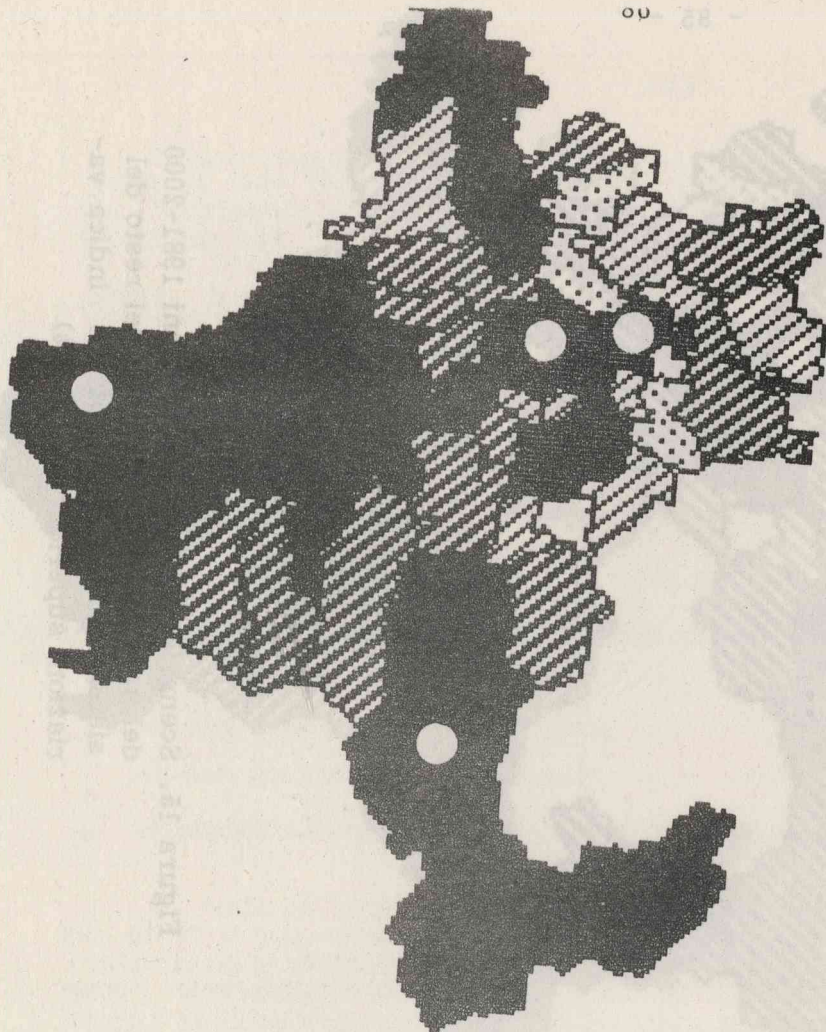
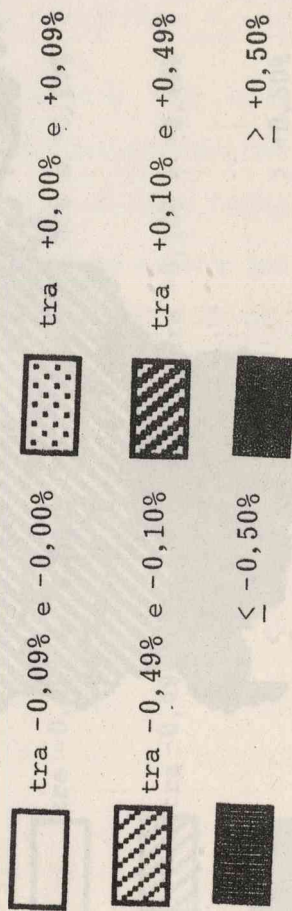


15b. Presenza delle politiche di trasporto

Figura 15. Scenario di declino: variazioni 1981-2000 del peso globale delle zone del resto del sistema (il circolo bianco indica variazioni superiori al 1'1,00%)



16a. Assenza delle politiche di trasporto



16b. Presenza delle politiche di trasporto

Figura 16. Scenario di crescita: variazione 1981-2000 del peso globale delle zone del resto del sistema (il circolo bianco indica variazioni superiori all'1,00%)

4.3. Conclusioni

4.3.1. Introduzione

Le osservazioni conclusive di questo studio concernono due punti particolarmente rilevanti.

Il primo punto, che interessa maggiormente l'operatore pubblico, concerne gli effetti spaziali maggiormente significativi, fra quelli ottenuti e precedentemente discussi, e cioè, come introdotto in 3.1., effetti che, con l'introduzione delle politiche di trasporto, sostanzialmente persistono da uno scenario all'altro e che, quindi, con elevata probabilità, tenderanno, in ogni caso, a prodursi.

Il secondo punto concerne alcuni aspetti delle sperimentazioni, maggiormente connessi all'interpretazione teorico-metodologica dei risultati ottenuti ed alla predisposizione degli esperimenti futuri.

4.3.2. Gli effetti spaziali persistenti delle politiche di trasporto

L'effetto spaziale fondamentale, immediatamente coglibile in tutti gli scenari, è quello, per altro già messo in luce in 4.1., di un'accentuazione del processo di diffusione spaziale delle attività socioeconomiche dalla città di Torino verso il resto del sistema urbano.

Gli effetti spaziali che precisano le caratteristiche del processo di diffusione suddetto sono riconoscibili nei seguenti:

- a. in termini di posti di lavoro e di abitazioni, un calo (ulteriore)(*) della prima e della seconda corona (mentre per la città di Torino la diminuzione che si produce è la stessa di quella che si avrebbe in assenza delle politiche di trasporto), un aumento (ulteriore) dell'importanza relativa della corona più esterna (cioè della terza);
- b. in termini di popolazione (la cui distribuzione spaziale è quella maggiormente rilevante), un calo significativo (ulteriore) della città di Torino

(*) Ove "ulteriore" è qui da intendersi rispetto ai risultati ottenuti in assenza delle politiche di trasporto.

no, un aumento dell'importanza relativa della prima corona ed un'accentuazione del peso relativo della seconda corona (mentre la crescita della terza risulta più modesta);

- c. in termini della combinazione degli effetti subb. a. e b., una diminuzione significativa ancora maggiore della città di Torino ed una crescita di tutta l'area esterna alla città (*), la quale interessa, con riferimento alle corone, sopra tutto la prima e la seconda (cfr.: figg. 6 e 8), e, con riferimento alle direttrici, sopra tutto le direttrici ovest, nord-ovest ed est (rispettivamente, le direttrici 2, 3 e 5) (cfr.: figg. 7 e 9).

Per quanto non sia possibile correlare esplicitamente ciascuno degli interventi sondati con gli effetti spaziali ottenuti, nondimeno è possibile riconoscere, in una certa misura, alcune principali relazioni di causa-effetto tra certi insiemi di interventi, considerati ad un livello aggregato - e, in particolare, per direttrici -, e gli effetti spaziali persistenti sopra richiamati. Precisamente, come per altro è immediato dedurre da quanto sub.c., emerge che l'insieme di interventi (comunque, molto numerosi), che insistono sulle direttrici ovest, nord-ovest ed est, risultano maggiormente incisivi e tale incisività consiste sopra tutto nel favorire, lungo le direttrici suddette, la localizzazione dell'aliquota di popolazione, che, presumibilmente, tende ad abbandonare la città di Torino.

Inoltre, ricordando anche quanto già osservato in 2.2., circa l'influenza degli interventi nelle diverse fasi temporali sul costo medio totale di spostamento, si può dedurre che, nell'insieme di interventi suddetti, i seguenti sono sicuramente rilevanti:

1. nuova viabilità internazionale tra Borgone e Susa (fase 1983-1985);
2. completamento raddoppio della Torino-Modane (fase 1983-1985);
3. potenziamento ferrovia Ciriè-Lanzo (fase 1983-1985 e fase 1986-1988);
4. nodo viario di Chivasso (fase 1986-1988);
5. tangenziale nord-est di Venaria (fase 1989-1991).

Naturalmente, non va dimenticato che gli altri interventi (per altro, numerosi), anche se più puntuali o di dimensione più modesta rispetto a quelli

(*) L'unica eccezione è costituita dallo scenario di crescita, nel quale, come visto, si verifica un lieve calo nella prima corona. Su questo particolare effetto si ritornerà in 4.3.3..

menzionati, se considerati globalmente, contribuiscono anch'essi in misura non irrilevante alla produzione degli effetti di cui in sub. c..

Per concludere su questo punto, si può dire che un miglioramento dell'accessibilità produce sulla struttura del sistema nel suo complesso un'accentuazione del processo di diffusione spaziale delle attività dalla città di Torino verso l'esterno, ove le caratteristiche di detto processo (in termini di intensità e di modalità) variano a seconda delle grandezze e si manifestano in modo diverso nelle varie parti del sistema.

4.3.3. Aspetti teorico-metodologici dei risultati ed indicazioni per sperimentazioni future

Si è sottolineato più volte che, fra le distribuzioni delle diverse grandezze, la distribuzione della popolazione è quella predominante, nel senso che essa è quella più sensibile (in termini sia qualitativi sia quantitativi) a variazioni della situazione socioeconomica di riferimento e, sopra tutto, a variazioni di accessibilità.

Peraltro, come detto in 1.2.1., la distribuzione spaziale della popolazione (e, in particolare, dei capifamiglia occupati) viene determinata tramite il sottomodello di localizzazione residenziale, il quale determina (in termini, appunto, di popolazione) l'effetto complessivo che si genera a seguito dei cambiamenti negli altri sottomodelli (cioè, in tutti gli altri sottosistemi urbani) (*).

Non sorprende, dunque, che proprio la popolazione sia la grandezza che fa riconoscere la maggiore variabilità, e con riferimento alla quale meglio si colgono gli effetti spaziali più significativi, sia in termini di effetti persistenti nei diversi scenari, come mostrato in 4.3.2., sia in termini di altri possibili effetti che possono prodursi nell'evoluzione della

(*) Occorre sottolineare che dal sottomodello suddetto è possibile ottenere altri risultati connessi alla popolazione, che possono ulteriormente precisare le caratteristiche di tale effetto spaziale complessivo, quali la distribuzione dell'indice di affollamento e la matrice di pendolarità. In questo rapporto, tuttavia, tali risultati non vengono presi in considerazione. Essi saranno oggetto di successivi rapporti.

sua distribuzione dall'epoca di riferimento 1981 all'epoca finale 2000.

Per cogliere questi possibili altri effetti, occorre approfondire brevemente, con riferimento alle corone, l'analisi della distribuzione di questa grandezza in tutti i tipi di esperimenti effettuati (cfr.: 4.1.). A questo scopo, sulla base dei valori assunti dalle corone per la distribuzione suddetta al 1981 e nei diversi esperimenti, si sono tracciati i grafici di fig. 17. Questa figura mette in evidenza non solo le differenze relative tra i diversi scenari, ma anche - per gli esperimenti in presenza delle politiche di trasporto - le traiettorie seguite per giungere ai risultati (peraltro, già discussi) ottenuti negli esperimenti di tipo 4, ossia quelli in cui vengono introdotti tutti gli interventi di trasporto previsti nelle varie fasi temporali. Dall'analisi di detta figura si trae quanto di seguito esposto.

- a. La maggior parte degli effetti spaziali si verifica già con l'introduzione degli interventi previsti nella prima fase 1983-1985 (cioè, peraltro, risulta coerente con quanto osservato in 2.2.).
 - b. Le velocità di variazione delle corone (che si colgono osservando l'inclinazione dei grafici) risultano diverse. In particolare, a prescindere dal caso della città di Torino, per la quale detta velocità (negativa) è la più elevata, emerge che la velocità di variazione (positiva) della seconda corona è apprezzabilmente maggiore di quella (positiva) della prima (anche se va tenuto presente che la prima corona passa da una variazione negativa, in assenza delle politiche di trasporto, ad una positiva, con l'introduzione di dette politiche).
- E' interessante rilevare, inoltre, che proprio nella seconda corona si manifestano in misura maggiore gli effetti degli interventi previsti nelle due ultime fasi temporali (in tutti gli scenari, infatti, le traiettorie di variazione tendono a crescere quasi monotonamente).
- Una possibile spiegazione di tale comportamento può essere fondata sull'ipotesi che un miglioramento dei trasporti introduca, nel processo di lo

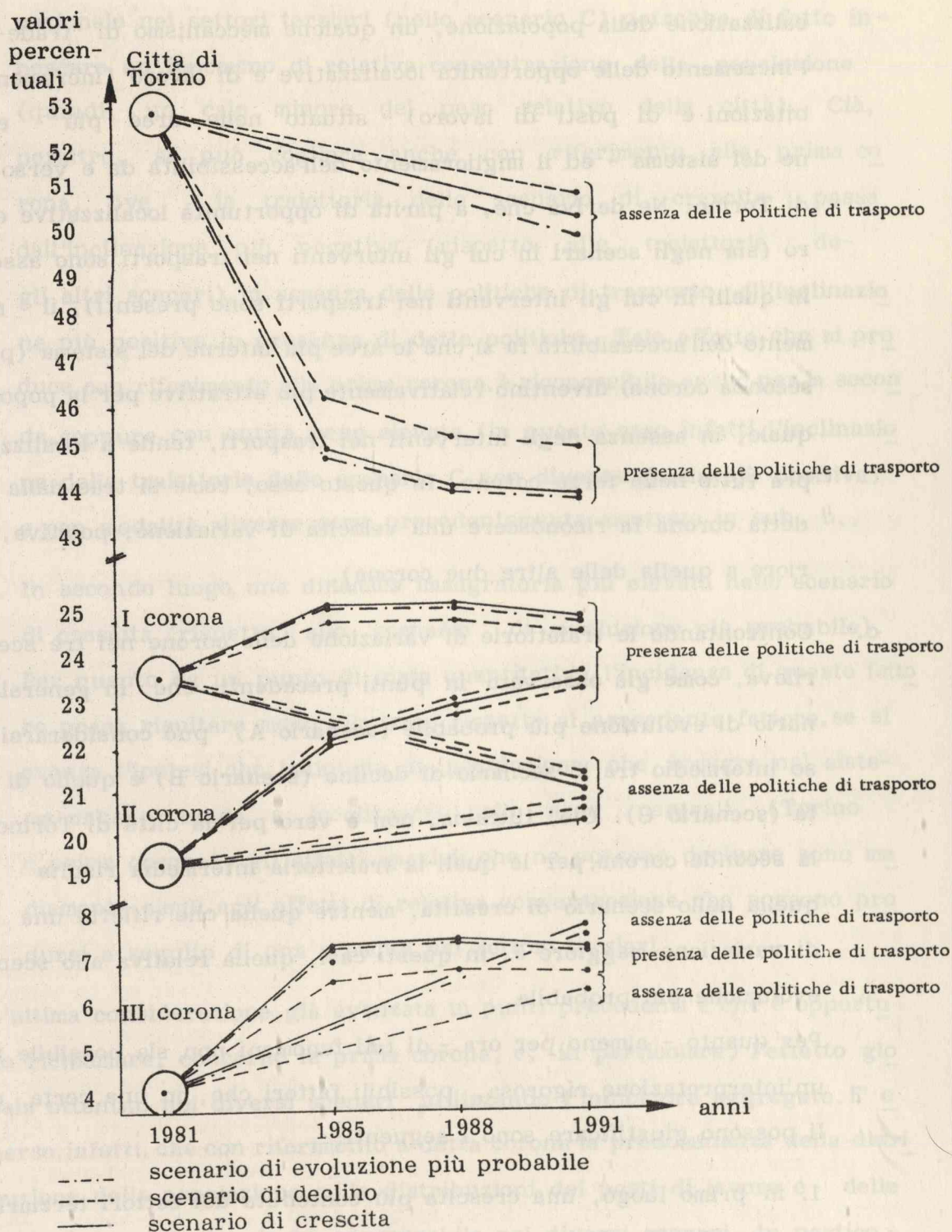


Figura 17. Confronto delle distribuzioni percentuali della popolazione secondo corone al 1981 con quelle ottenute negli esperimenti in assenza delle politiche di trasporto ed in presenza delle politiche di trasporto al 1985, 1988 e 1991 nei tre scenari (per semplicità, i risultati in assenza delle politiche di trasporto vengono qui riferiti all'epoca 1991)

calizzazione della popolazione, un qualche meccanismo di "trade-off" tra l'incremento delle opportunità localizzative e di lavoro (incremento di abitazioni e di posti di lavoro) - situato nelle aree più esterne del sistema - ed il miglioramento dell'accessibilità da e verso la città di Torino. Ne deriva che, a parità di opportunità localizzative e di lavoro (sia negli scenari in cui gli interventi nei trasporti sono assenti sia in quelli in cui gli interventi nei trasporti sono presenti), il miglioramento dell'accessibilità fa sì che le aree più interne del sistema (prima e seconda corona) diventino relativamente più attrattive per la popolazione (la quale, in assenza degli interventi nei trasporti, tende a localizzarsi sopra tutto nella terza corona. In questo caso, come si trae dalla fig. 17, detta corona fa riconoscere una velocità di variazione, positiva, superiore a quella delle altre due corone).

- c. Confrontando le traiettorie di variazione delle corone nei tre scenari si rileva, come già osservato in punti precedenti, che, in generale, lo scenario di evoluzione più probabile (scenario A) può considerarsi come caso intermedio tra lo scenario di declino (scenario B) e quello di crescita (scenario C). Ciò, tuttavia, non è vero per la città di Torino e per la seconda corona, per le quali la traiettoria intermedia risulta essere quella dello scenario di crescita, mentre quella che riflette una velocità di variazione maggiore è, in questi casi, quella relativa allo scenario di evoluzione più probabile.

Per quanto - almeno per ora - di tali fenomeni non sia possibile fornire un'interpretazione rigorosa, possibili fattori che, in una certa misura, li possono giustificare sono i seguenti:

1. in primo luogo, una crescita più contenuta dei settori terziari nello scenario di evoluzione più probabile (rispetto allo scenario di crescita C)(*). Ciò spiegherebbe, in particolare, le traiettorie di variazione per la città di Torino, con riferimento alla quale (sia in presenza sia in assenza delle politiche di trasporto) una crescita occu-

(*) Nello scenario di crescita, infatti, proprio lo sviluppo dei settori terziari genera, in termini di posti di lavoro, un aumento dell'importanza relativa delle città.

pazionale nei settori terziari (nello scenario C) potrebbe di fatto innescare un fenomeno di relativa concentrazione della popolazione (quindi, un calo minore del peso relativo della città). Ciò, peraltro, si può cogliere anche con riferimento alla prima corona, ove la traiettoria dello scenario di crescita passa dall'inclinazione più negativa (rispetto alle traiettorie degli altri scenari) in assenza delle politiche di trasporto, all'inclinazione più positiva in presenza di dette politiche. Tale effetto, che si produce con riferimento alla prima corona, è riconoscibile anche per la seconda, seppure con entità meno elevata (in questo caso, infatti, l'inclinazione della traiettoria dello scenario C non diventa quella più positiva) e con modalità diverse, come precedentemente mostrato in sub. b..

2. In secondo luogo, una dinamica immigratoria più elevata nello scenario di crescita (rispetto allo scenario di evoluzione più probabile). Per quanto da un punto di vista quantitativo, l'incidenza di questo fattore possa risultare meno rilevante rispetto al precedente fattore, se si avanza l'ipotesi che l'aliquota di popolazione che immigra nel sistema urbano tenda a localizzarsi nelle aree centrali (Torino e prima corona), gli effetti spaziali che ne possono derivare sono mediamente simili agli effetti di relativa concentrazione che possono prodursi a seguito di una crescita nei settori terziari.

d. L'ultima considerazione, già avanzata in punti precedenti e che è opportuno richiamare, concerne la prima corona, e, in particolare, l'effetto globale ottenuto nei diversi scenari utilizzando l'indicatore aggregato. È emerso, infatti, che con riferimento a detta corona la predominanza della distribuzione della popolazione, sulle distribuzioni dei posti di lavoro e delle abitazioni, varia in misura apprezzabile nei diversi scenari. In particolare, si è visto che detta predominanza viene meno nello scenario di crescita, nel quale le variazioni, negative, dei posti di lavoro e delle abitazioni (che sono le più elevate fra tutti gli scenari) annullano completamente la variazione positiva della popolazione (il cui valore, peraltro,

è molto vicino a quello assunto nello scenario di evoluzione più probabile, cfr.: fig. 17). Ne consegue, allora, che, in termini di effetto globale, la prima corona risulta un'area particolarmente critica, nella quale variazioni anche modeste delle diverse grandezze possono generare variazioni di segno opposto nel processo di evoluzione spaziale del sistema.

Come detto in 3.5., le sperimentazioni effettuate consentono di sondare, principalmente, gli effetti "diretti" degli interventi nei trasporti. In questo senso, l'introduzione delle altre politiche settoriali (localizzazione di posti di lavoro industriali, localizzazione di posti di lavoro terziari, localizzazione di residenze, modifiche dell'uso del suolo) potrebbe modificare, anche in misura significativa, i risultati ottenuti in queste sperimentazioni. Si consideri, per esempio, l'uso del suolo. In queste sperimentazioni, si è assunto che, in ciascuna zona, la disponibilità di suolo per i vari usi fosse la massima possibile, compatibilmente con la quantità di suolo occupato e le superfici totali delle zone stesse. L'effetto di tale assunzione emerge chiaramente nella distribuzione dei posti di lavoro e delle abitazioni per corone. Infatti, nella corona più esterna, in cui la disponibilità di suolo è elevata, detta disponibilità diventa il fattore di localizzazione principale e, quindi, le variazioni di accessibilità (l'altro fattore di localizzazione) diventano pressoché ininfluenti. Ciò spiega anche la parziale diversità tra i risultati illustrati in queste sperimentazioni e quelli illustrati in Bertuglia, Ocelli ed altri (1983, 1984) ed in Bertuglia ed altri (1985). In particolare, una delle principali conclusioni, cui si era giunti nei suddetti studi, era che, in una situazione di declino socioeconomico del sistema, il processo di diffusione spaziale tendeva ad essere, relativamente, più accentuato, mentre, in una situazione di crescita, emergeva la tendenza opposta. Dall'analisi dei risultati qui ottenuti, la conclusione suddetta rimane solo in parte valida con riferimento alla distribuzione della popolazione (in particolare, in presenza delle politiche di trasporto), mentre non lo è più con riferimento ai posti di lavoro ed alle abitazioni. Ciò deriva principalmente, dalla diversità delle ipotesi fatte in ordine all'assetto

degli usi del suolo (negli studi sopra citati, erano presenti vincoli sulla disponibilità di suolo, che qui sono stati, in certa misura, rilassati).

Sulla base della discussione sviluppata in questo punto 4., vale la pena concludere il presente rapporto indicando alcuni temi che possono essere oggetto di altre analisi, o di ulteriori approfondimenti, in sperimentazioni future. Precisamente, detti temi concernono:

- a. l'introduzione delle altre politiche settoriali per l'industria, il terziario, le abitazioni e, in particolare, delle politiche sull'uso del suolo (in termini di vincoli e/o di riassegnazioni). Oggetto centrale di analisi saranno, dunque, le variazioni che dette politiche possono apportare alle distribuzioni ottenute in queste sperimentazioni. Data la struttura generale del modello, si ritiene che variazioni apprezzabili potranno aversi, soprattutto, considerando vincoli espliciti sull'uso del suolo (in questa direzione, ad esempio, può essere di interesse sondare diverse ipotesi in ordine al grado di vincolo assunto);
- b. posto quanto sub. a., l'analisi della distribuzione della popolazione che ne risulta, estendendola anche alla distribuzione dell'indice di affollamento ed alla matrice dei flussi casa-lavoro;
- c. la considerazione di una funzione di valutazione dei risultati ottenuti. A questo proposito, sarebbe utile disporre di una funzione (di utilità) in grado di dare una misura globale della configurazione (definita dalle distribuzioni spaziali delle grandezze) ottenuta nei diversi esperimenti. In altri termini, data una funzione che esprima le relazioni che fra le diverse grandezze devono sussistere, con riferimento agli obiettivi fissati (dall'operatore pubblico) per il sistema nel suo complesso, allora è possibile valutare le configurazioni ottenute misurando l'utilità ad esse associate, ossia il grado di rispondenza agli obiettivi prefissati.

Naturalmente, la definizione di una tale funzione, relativamente agli obiettivi dati, è compito prioritario dell'operatore pubblico o, quanto meno, è operazione da svolgere con la sua stretta collaborazione.

Riferimenti bibliografici

Anas A. (1973) A Dynamic Disequilibrium Model of Residential Location, Environment and Planning A, 5, 633-647.

Aragno C. (ed.) (1985) Il parco abitazioni in Piemonte al 1981 e sue trasformazioni nel decennio 1971-1981, IRES, Torino.

Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1982) Alcuni aspetti della calibrazione di un modello dinamico spazializzato: il caso del modello dell'area metropolitana torinese, in Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1982, Como, 200-248.

Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1983) Un modello del sistema urbano di Torino: alcune valutazioni di un'esperienza modellistica, in Atti della IV Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Firenze, vol. 3, 409-432.

Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1984) L'applicazione di un modello dinamico a larga scala per l'area metropolitana di Torino: la calibrazione, in Leonardi G., Rabino G.A. (a cura), L'analisi degli insediamenti umani e produttivi, Angeli, Milano, 205-227.

Bertuglia C.S., Gallino T., Tadei R. (1984) SMIT - Sistema di modelli integrati di trasporto. Procedura per l'uso: manuale e software, Working Paper 41, IRES, Torino.

Bertuglia C.S., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1984) Il modello IRES per l'area metropolitana di Torino: struttura formale, base di dati, uso per la pianificazione, Working Paper 40, IRES, Torino.

Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (1984) In terrelazioni tra localizzazioni e trasporti: stato dell'arte e possibili linee di sviluppo futuro, Working Paper 30, IRES, Torino.

Bertuglia C.S., Leonardi G., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R., Wilson A. G. (eds.) (1985) Urban Systems, volume 1: Contemporary Approaches to Modelling, Croom Helm, London (in corso di stampa).

Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1983) Dinamiche spaziali dell'area metropolitana di Torino negli ultimi tre decenni, Working Paper 22, IRES, Torino.

Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1985) Nested Dynamics of Metropolitan Processes and Policies: TURIN, Collaborative Paper 85-6, IIASA, Laxenburg.

Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (1980) A Model of Urban Structure and Development of Turin: Theoretical Aspects, Sistemi Urbani, 2, 59-90.

Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (1984) L'area metropolitana di Torino all'anno 2010: verso quale sistema? Working Paper 8, Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento, Politecnico di Torino, Torino.

Bertuglia C.S., Rabino G.A. (1975) Modello per l'organizzazione di un comprensorio, Guida, Napoli.

Comprensorio di Torino (1983) Primo schema di programma pluriennale di intervento e di spesa (P.P.I.S.) dello schema di piano comprensoriale di Torino, Torino.

Forrester J.W. (1969) Urban Dynamics, MIT Press, Cambridge, Mass..

IRES (1976) Linee di piano territoriale per il comprensorio di Torino, Guida, Napoli.

IRES (1984) La popolazione piemontese al censimento 1981: un'analisi demografica multicomprensoriale (a cura di G.A. Rabino), Quaderno di Ricerca 23, IRES, Torino.

Lowry I.S. (1964) A Model of Metropolis, RM - 4035 - RC, Rand Corporation, Santa Monica, California.

Wilson A.G. (1970) Entropy in Urban and Regional Modelling, Pion, London.

Wilson A.G. (1984) Spatial Dynamics: Classical Problems, An Integrated Approach and System Performance, Working Paper 402, School of Geography, University of Leeds, Leeds.

APPENDICE A. Il sottomodello di localizzazione residenziale

Si definiscano le seguenti variabili e, per semplificare le notazioni, si tralascino tutti gli indici (cfr.: Bertuglia, ed altri, 1982, e Bertuglia, Gualco ed altri, 1984, all'Appendice A).

- O : numero di posti di lavoro,
 KO : inverso del tasso di occupazione medio delle famiglie,
 $Q=O/KO$: numero di famiglie con capofamiglia occupato,
 QF : numero di famiglie con capofamiglia occupato residenti nelle zone re
sidenziali,
 TPROB: probabilità di utilizzazione dei mezzi di trasporto,
 T : tempi di viaggio,
 AB : numero di abitazioni,
 SLAO : suolo disponibile occupato per le abitazioni,
 k,h,n : pesi della funzione di utilità,
 β : parametro di impedenza della distanza per le famiglie con capofamiglia
occupato,
 ξ : parametro della funzione di utilità,

$$A = \frac{1}{\beta} \log (Q \cdot \Sigma \cdot TPROB \cdot e^{-\beta T}): \text{accessibilità residenziale.} \quad (1)$$

L'utilità che deriva alle famiglie dalla scelta della localizzazione residenziale è espressa da:

$$U = k \cdot \bar{A} + h \cdot \overline{AB} + n \cdot \overline{SLAO} \quad (2)$$

(ove \bar{x} rappresenta il valore normalizzato di x).

La distribuzione spaziale delle famiglie (con capofamiglia occupato) secondo il tipo di abitazioni è rappresentata dalla variabile DPOTO e viene de
determinata da:

$$DPOTO = \frac{Q \cdot [\Sigma TPROB \cdot e^{-\beta T} \cdot e^{\xi U}] QF}{BO \cdot BD} \quad (3)$$

ove

$$BQ = \sum TPROB \cdot e^{-\beta T} \cdot e^{\xi U} \cdot BD \cdot Q \quad (4)$$

$$BD = \sum TPROB \cdot e^{-\beta T} \cdot e^{\xi U} \cdot BO \cdot QF \quad (5)$$

sono i fattori di bilanciamento della (3).

Si noti che il fattore di elasticità recentemente introdotto, per tenere conto della struttura delle localizzazioni residenziali esistenti, è espresso da QF/BO .

Si può osservare, inoltre, che il passaggio dalla distribuzione spaziale delle famiglie, ottenuta tramite la (3), a quella della popolazione è pressoché immediato. Precisamente, la popolazione (per zona di residenza), PZ , è determinata da:

$$PZ = (DPOTO + DPOTD) \cdot TAS \quad (6)$$

ove

$DPOTD$ è la distribuzione spaziale delle famiglie con capofamiglia non occupato,

TAS è la dimensione media delle famiglie.

WORKING PAPERS

- *1 "Un modello urbano a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *gennaio 1981*
- *2 "Metodologie per la pianificazione dei parchi regionali", *gennaio 1981*
- *3 "A Large Scale Model for Turin Metropolitan Area", *maggio 1981*
- *4 "An Application to the Ticino Valley Park of a Mathematical Model to Analyse the Visitors Behaviour", *luglio 1981*
- *5 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: la calibrazione del modello", *settembre 1981*
- *6 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'uso del modello", *settembre 1981*
- *7 "Un'analisi delle relazioni esistenti tra superficie agricola utilizzata ed alcune principali grandezze economiche in un gruppo di aziende agricole piemontesi al 1963 e al 1979", *settembre 1981*
- *8 "Localizzazione ottimale dei servizi pubblici, con esperimenti sulle scuole dell'area torinese", *settembre 1981*
- *9 "La calibrazione di un modello a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *ottobre 1981*
- *10 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'individuazione di un indicatore di beneficio per gli utenti ed una analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali", *ottobre 1981*
- *11 "La pianificazione dell'uso ricreativo di aree naturali: il caso del parco della Valle del Ticino", *novembre 1981*
- *12 "The Recreational Planning of Country Parks: the Case Study of the Ticino Valley Park", *marzo 1982*
- *13 "Alcuni aspetti della calibrazione di un modello dinamico spazializzato: il caso del modello dell'area metropolitana torinese", *settembre 1982*
- *14 "L'applicazione di un modello dinamico a larga scala per l'area metropolitana di Torino: la calibrazione", *novembre 1982*
- *15 "Modello commerciale Piemonte", *novembre 1982*
- *16 "Resource allocation in multi-level spatial health care systems: benefit maximisation", *dicembre 1982*
- *17 "Relazione sulla struttura e sulla dinamica del settore elettromeccanico piemontese", *dicembre 1982*
- *18 "Evoluzione della finanza locale in Piemonte e in Italia 1977 - 1981", *febbraio 1983*
- *19 "Un metodo per l'analisi di scenari multidimensionali in ordine alle relazioni tra domanda di trasporto e variabili strutturali dei sistemi economici e territoriali", *febbraio 1983*
- 20 "Modello commerciale Piemonte", *marzo 1983*
- *21 "Calibrating the residential location submodel of the simulation model for the Turin metropolitan area", *giugno 1983*
- *22 "Dinamiche spaziali dell'area metropolitana di Torino negli ultimi tre decenni", *giugno 1983*
- *23 "Struttura economica delle imprese del dettaglio alimentare in Piemonte - prime valutazioni", *luglio 1983*
- *24 "The dynamics of Turin metropolitan area: a model for the analysis of the processes and for the policy evaluation", *agosto 1983*
- 25 "Un'analisi, con il modello RAMOS, della struttura spaziale del servizio sanitario regionale: il caso del Piemonte", *settembre 1983*
- 26 "Manuale per l'uso del modello RAMOS (Resource Allocation Model Over Space)", *settembre 1983*
- 27 "The spatial dynamics of the Turin metropolitan area: an analysis of the last three decades", *ottobre 1983*
- *28 "Un modello del sistema urbano di Torino: alcune valutazioni di un'esperienza modellistica", *novembre 1983*
- *29 "Il conto economico dei comparti manifatturieri piemontesi, 1980 - Elaborazioni su dati rilevati dall'ISTAT sul Prodotto Lordo delle imprese manifatturiere con sede sociale in Piemonte", *novembre 1983*
- 30 "Interrelazioni tra localizzazioni e trasporti: stato dell'arte e possibili linee di sviluppo futuro", *gennaio 1984*
- 31 "Fondamenti per un approccio unificante all'analisi del comportamento della domanda in un sistema localizzazioni-trasporti", *gennaio 1984*
- 32 "Location-transport relationships: state-of-the-art, unifying efforts and future developments", *maggio 1984*
- *33 "Modelli di allocazione spaziale delle risorse sanitarie: la ricerca in corso all'IRES di Torino", *maggio 1984*
- *34 "Modelli per la determinazione delle aree di intervento dei servizi di emergenza", *giugno 1984*
- *35 "Aspetti metodologici e proposta di modello di clustering dinamico per la identificazione di aree omogenee sanitarie", *settembre 1984*
- *36 "Models for health care planning: the case of the Piemonte Region", *ottobre 1984*

- *37 "The potential for day hospitals in Piemonte. A feasibility study", *ottobre 1984*
- *38 "Il principio di equità nella localizzazione degli ospedali: una sperimentazione del modello RAMOS⁻¹ al caso del Piemonte", *ottobre 1984*
- *39 "Manuale per l'uso del modello RAMOS⁻¹", *ottobre 1984*
- 40 "Il modello IRES per l'area metropolitana di Torino: struttura formale, base di dati, uso per la pianificazione", *novembre 1984*
- 41 "SMIT — Sistema di modelli integrati di trasporto. Procedura per l'uso: manuale e software", *dicembre 1984*
- 42 "Teorie di localizzazione di servizi, con particolare riferimento all'esperienza italiana", *gennaio 1985*
- 43 "Analisi di produttività e costo dei servizi ospedalieri pubblici in Piemonte", *gennaio 1985*
- 44 "Progetto di modello integrato per l'analisi dinamica delle interrelazioni localizzazioni-trasporti", *febbraio 1985*
- 45 "Il Sistema dei trasporti nella pianificazione regionale e locale", *marzo 1985*
- 46 "Sistema di modelli integrati di trasporto: metodologia, software e sperimentazione", *marzo 1985*
- 47 "Il prodotto lordo nei comprensori piemontesi nel decennio 1971 - 1981", *marzo 1985*
- 48 "Rapporto preliminare per un osservatorio regionale sul mercato del lavoro pubblico", *marzo 1985*
- 49 "Studio sui bilanci delle aziende agricole della rete contabile regionale piemontese", *febbraio 1985*
- 50 "Recenti contributi alla modellistica urbana", *maggio 1985*
- 51 "Interrelazioni tra localizzazioni e trasporti: stato dell'arte, proposte per un quadro di riferimento unificante e possibili linee di sviluppo futuro", *maggio 1985*
- 52 "L'approccio dell'equilibrio delle attività economiche nella teoria della localizzazione", *maggio 1985*
- 53 "L'approccio dell'economia urbana con particolare riferimento alle interrelazioni tra trasporti e struttura spaziale", *maggio 1985*
- 54 "Un modello spaziale marxiano di produzione e trasporto nei sistemi urbani e regionali", *maggio 1985*
- 55 "Teoria ed applicazioni dei modelli compartimentali deterministici e stocastici: lo stato dell'arte", *maggio 1985*
- 56 "L'approccio della teoria delle utilità casuali con particolare riferimento alla mobilità della popolazione", *maggio 1985*
- 57 "Un modello dinamico per la simulazione di un mercato delle abitazioni non in equilibrio", *maggio 1985*
- 58 "Tecniche di ottimizzazione per la localizzazione delle attività", *maggio 1985*
- 59 "L'analisi e la pianificazione dei sistemi urbani mediante modelli di interazione spaziale", *maggio 1985*
- 60 "La teoria dell'efficienza rispetto ai costi nell'equilibrio di una rete di trasporto", *maggio 1985*
- 61 "L'approccio geografico all'analisi delle interrelazioni localizzazioni-trasporti", *maggio 1985*
- 62 "L'analisi delle politiche di trasporto", *maggio 1985*
- 63 "Interrelazioni tra ambiente, energia e localizzazione: una rassegna di metodologie", *maggio 1985*
- 64 "L'attività in agricoltura e il censimento demografico del 1981", *maggio 1985*
- 65 "Stima della struttura dei consumi familiari commercializzati a scala sub-regionale", *marzo 1985*

ires

ISTITUTO RICERCHE ECONOMICO - SOCIALI DEL PIEMONTE
VIA BOGINO 21 10123 TORINO